



TUGAS AKHIR - MN141581

“ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI”

ASTITI KURNIASARI

NRP. 4113 100 025

Dosen Pembimbing

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



TUGAS AKHIR - MN141581

“ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI”

ASTITI KURNIASARI

NRP. 4113 100 025

Dosen Pembimbing

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



FINAL PROJECT - MN141581

“ERGONOMIC ANALYSIS OF MIDGET SUBMARINE”

ASTITI KURNIASARI

NRP. 4113 100 025

Supervisor

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

“ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI”

TUGAS AKHIR

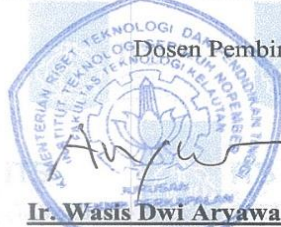
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Rekayasa Kapal - Desain Kapal
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ASTITI KURNIASARI
NRP. 4113 100 025

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Ir. Wasis Dwi Aryanan, M.Sc., Ph.D.

NIP. 19640210 198903 1 001

SURABAYA, JANUARI 2017

LEMBAR REVISI

“ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI”

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 2017

Bidang Studi Rekayasa Kapal - Desain Kapal

Program S1 Departemen Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ASTITI KURNIASARI

NRP. 4113 100 025

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

Dony Setiawan, S.T., M.Eng.

Hasanudin, S.T., M.T.

Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.



SURABAYA, JANUARI 2017

Dipersembahkan untuk keluarga, almamater, dan bangsa.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Ridha-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Ergonomi Pada Kapal Selam Mini**” dengan baik. Dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini Penulis dengan senang hati menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing sekaligus Ketua Departemen Teknik Perkapalan ITS yang telah meluangkan waktu dan ilmu, serta senantiasa memberikan arahan dan masukan selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Wali selama menjalani masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan ITS;
3. Bapak Hasanudin, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Keluarga Penulis, Ayah Bambang Sutrisno dan Ibu Rini Mujariawati yang selalu memberikan do’a dan dukungan serta motivasi bagi Penulis;
5. Rizky Ramadhan dan Idris Hibatullah Abrar Kharismarsono a.k.a rekan karantina yang selalu membantu dan menemani selama masa perkuliahan;
6. Dwi Agustin telah menjadi teman satu kamar penulis selama masa perkuliahan;
7. Rekan-Rekan seperjuangan dalam menyelesaikan Tugas Akhir;
8. Dan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian Laporan Tugas Akhir ini Penulis susun, dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis menyadari dalam penulisan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Surabaya, Januari 2017

Penulis
vi

“ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI”

Nama Mahasiswa : Astiti Kurniasari
NRP : 4113 100 025
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Suatu stasiun kerja yang dioperasikan oleh pekerja bisa menyebabkan cepat lelah, kurang produktif hingga terjadinya *human error*. Hal ini terjadi tidak lain karena kesalahan dalam olah gerak dan posisi kerja saat mengoperasikan stasiun kerja tersebut, kejadian ini bisa disebut stasiun kerja yang tidak ergonomi. Secara teoritis ergonomi merupakan interaksi antara manusia, lingkungan dan peralatan yang bisa menciptakan sebuah kenyamanan. Tugas Akhir ini bermaksud melakukan analisis ergonomi pada kapal selam mini, dengan tujuan mengetahui pengaruh sarana kerja dan posisi kerja terhadap kinerja operator kapal selam mini dan desain perbaikan stasiun kerja yang ergonomis untuk mengurangi terjadinya *human error*. Ukuran utama kapal selam mini yang dianalisis adalah LWL: 28m, Diameter: 4m, Sarat: 3m, Kecepatan: 15knot, Displacement Surface: 222.6ton, dan Displacement submerged: 269.8ton. Dari *General Arrangement* yang telah dibuat sebelumnya maka akan dijadikan dasar *layout 3D* dari perbaikan stasiun kerja. Setelah melakukan perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) maka didapatkan besar nilai risiko yang ditanggung oleh pekerja untuk suatu stasiun kerja, hingga didapatkan 5 perbaikan stasiun kerja yaitu *console*, kursi operator, tangga, tempat tidur ganda dan toilet. Nilai risiko REBA yang didapatkan sebesar 12 dan setelah dilakukan perbaikan nilai risiko REBA turun menjadi 7.

Kata Kunci : kapal selam mini, ergonomis, stasiun kerja, perbaikan.

ERGONOMIC ANALYSIS OF MIDGET SUBMARINE

Author : Astiti Kurniasari

ID No. : 4113 100 025

Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology

Supervisor : Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

Exhaustion, decreasing in productivity and human error could be happen because of wrong movement and wrong position when a worker operates the working station. it aslo called unergonomic, or in other words, procustean working station. Ergonomy is an interaction between human, environment and equipment which fit to one and each other. The purpose of this final report are to analyze the ergonomic of midget submarine, to understand the impact of working station to productivity, and to make an ergonomic repair design of working station to reduce human error. Main Dimension of Midget Submarine is LWL: 28m, Diameter: 4m, Draf: 3m, Speed: 15knot, Displacement Surface: 222.6ton, dan Displacement submerged: 269.8ton. The layout of 3D modelling is according to general arrangement which have been drawn. REBA (Rapid entire Body Assessment) is used to calculate the value of risk which bear by a worker towards the working station, and then 5 designs of working stations gotten from the assessment, which are concole, opertor chair, ladder, double bed and toilet, are made. The risk number of REBA is 12 and after rapiring the number decreasing up to 7.

Key words : Midget Submarine, Erognomic, working station, repair.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR	3
DAFTAR TABEL.....	4
BAB I.....	5
PENDAHULUAN	5
I.1 Latar Belakang Masalah	5
I.2 Perumusan masalah	6
I.3 Tujuan.....	6
I.4 Manfaat.....	6
I.6 Hipotesis	7
I.7 Sistematika Laporan	7
BAB II.....	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
II.1 Gambaran Umum	9
II.2 Kapal Selam	9
II.3 Ergonomi dan Prinsip-prinsip Ergonomi	12
II.4 Ergonomi dan Desain	22
II.5 Anthropometri dan pengukuran	30
BAB III	35
METODOLOGI.....	35
III.1 Metode Pengerjaan.....	35
III.2 Diagram Alir	35
III.3 Langkah Pengerjaan.....	36
III.3.1 Pengumpulan Data	36
III.3.2 Studi Literatur	36
III.4 Analisis Data.....	36
III.4.1 Perhitungan Ukuran Tubuh.....	36
III.4.2 Perhitungan REBA.....	36
III.4.3 Pembuatan Desain Stasiun Kerja	37

III.4.4 Pembuatan <i>Layout 3D</i>	37
BAB IV	39
TINJAUAN KAPAL SELAM MINI.....	39
IV.1 Ukuran Utama Kapal	39
IV.2 Ruangan-ruangan Kapal Selam	40
IV.2.1 Gambaran umum	40
IV.2.2 <i>Engine Room</i>	41
IV.2.3 <i>Crew Accomodation Room</i>	42
IV.2.4 <i>Control Room</i>	43
IV.2.5 <i>Common Room</i>	44
IV.2.6 <i>Diver Room</i>	45
BAB V	47
ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI.....	47
V. I Pendahuluan.....	47
V.2 Perhitungan REBA (<i>Rapid Entire Body Assessment</i>)	47
V.2.1 Data Anthropometri	47
V.2.1 Metode REBA.....	48
V.3 Perbaikan Stasiun kerja.....	54
V.3.1 <i>Console</i>	54
V.3.2 Kursi.....	55
V.3.3 Tempat Tidur.....	57
V.3.4 Tangga.....	59
V.3.5 Toilet	60
V.4 Regulasi yang Berkaitan	61
V.5 <i>Layout 3D</i> Stasiun Kerja	63
V.6 Hasil Perbaikan	64
V.6.1 Perhitungan REBA Setelah Perbaikan	65
V.6.2 Perbandingan <i>layout</i>	68
V.6.3 Perbandingan REBA	70
BAB VI.....	75
KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
VI.1 Kesimpulan	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Rencana umum Submarine.....	9
Gambar II. 2 Konsep keseimbangan ergonomi.....	14
Gambar II. 3 Diagram sinergi desain dan ergonomi.....	24
Gambar II. 4 Posisi kerja untuk aktivitas berdiri	26
Gambar II. 5 distribusi normal data nathropometri 95-th percentile	32
Gambar III. 1 Diagram alir Pengerjaan Tugas Akhir	35
Gambar IV. 1 <i>General Arrangement midget submarine 28m</i>	39
Gambar V. 1 Rekapitulasi Perhitungan REBA.....	51
Gambar V. 2 <i>Console</i>	54
Gambar V. 3 <i>Console</i> dan ukuran.....	54
Gambar V. 4 Kursi Operator.....	55
Gambar V. 5 Kursi Operator dengan ukuran	56
Gambar V. 6 Tempat Tidur Susun.....	57
Gambar V. 7 Tempat Tidur Susun dengan ukuran	58
Gambar V. 8 Tangga.....	59
Gambar V. 9 Tangga dengan ukuran	59
Gambar V. 10 Toilet Duduk	60
Gambar V. 11 Toilet duduk dengan ukuran.....	61
Gambar V. 12 <i>Layout</i> 3D stasiun kerja.....	63
Gambar V. 13 <i>layout</i> 3D stasiun kerja kapal selam yang telah dilakukan perbaikan.....	64
Gambar V. 14 Hasil REBA setelah perbaikan.....	67
Gambar V. 15 Perbandingan tempat tidur sebelum dan setelah perbaikan	68
Gambar V. 16 Perbandingan <i>Concole</i> dan kursi operator setelah dan sebelum perbaikan	69
Gambar V. 17 Perbandingan toilet sebelum dan setelah perbaikan.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Postur Tubuh untuk <i>Trunk</i>	18
Tabel II. 2 Postur Tubuh untuk <i>Neck</i>	19
Tabel II. 3 Postur Tubuh untuk <i>Legs</i>	19
Tabel II. 4 Postur Tubuh untuk <i>Upper Arms</i>	19
Tabel II. 5 Postur Tubuh untuk <i>Lower Arms</i>	20
Tabel II. 6 Postur Tubuh untuk <i>Wrist</i>	20
Tabel II. 7 Penilaian REBA	21
Tabel II. 8 Kombinasi Skor A	21
Tabel II. 9 Kombinasi Skor B	21
Tabel II. 10 Skor C untuk kombinasi dari tabel skor A dan skor B	22
Tabel II. 11 level risiko dari perhitungan REBA	22
Tabel II. 12 <i>Percentile Anthropometri</i>	32
Tabel V. 1 Data Anthropometri ukuran tubuh	47
Tabel V. 2 Skor untuk <i>Trunk</i>	48
Tabel V. 3 Skor untuk <i>neck</i>	49
Tabel V. 4 Skor untuk <i>legs</i>	49
Tabel V. 5 Skor untuk <i>Upper Arm</i>	50
Tabel V. 6 Skor untuk <i>Lower Arm</i>	50
Tabel V. 7 Tabel Kombinasi Skor A	52
Tabel V. 8 Tabel Kombinasi Skor B	52
Tabel V. 9 Tabel C Kombinasi Skor A dan Skor B	53
Tabel V. 10 Skor untuk <i>Trunk</i>	65
Tabel V. 11 Skor untuk <i>Neck</i>	65
Tabel V. 12 Skor untuk <i>Leg</i>	66
Tabel V. 13 Skor untuk <i>Upper Arm</i>	66
Tabel V. 14 Skor untuk <i>Lower Arm</i>	67
Tabel V. 15 Perbandingan posisi <i>trunk</i>	70
Tabel V. 16 Perbandingan posisi <i>Neck</i>	71
Tabel V. 17 Perbandingan Posisi kaki	71
Tabel V. 18 Perbandingan Posisi Lengan Atas	72
Tabel V. 19 Perbandingan Posisi Lengan Bawah	72
Tabel V. 20 Perbandingan Hasil Akhir REBA	72

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara maritim terbesar di dunia dengan pulau sebanyak 17.500. Sudah sepatutnya sebagai negara merdeka Indonesia harus mampu menguasai lautannya dengan mencegah masuknya kapal-kapal asing yang bertujuan mengancam pertahanan kedaulatan negeri. Kapal selam merupakan salah satu aset pertahanan untuk tujuan tersebut. Ketidakmampuan kita pada bidang ini yang hanya berjumlah 4 buah saja yang dapat beroperasi. Kekurangan armada kapal selam juga diperparah dengan kurangnya penelitian dan pendalaman lebih lanjut pada teknologi kapal khususnya teknologi kapal selam. Diperlukan penelitian yang lebih banyak mendalam agar bangsa kita siap dalam menghadapi kemandirian teknologi pembangunan kapal selam di dalam negeri yang sudah mulai digalakkan pemerintah. Dapat dipastikan, kapal merupakan senjata mematikan yang sangat penting dimiliki suatu negara, minimal untuk menjaga dan melindungi wilayah maritimnya.

Dengan desain kapal selam yang memiliki lebar terbatas, hubungan antara awak kapal dan mesin maupun kondisi sekitar berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi haruslah sesuai dengan kebutuhan yang menyebabkan suatu kenyamanan. Untuk melaksanakan analisis ataupun evaluasi (pengujian) bahwa desain sudah memenuhi persyaratan ergonomis adalah dengan mempertimbangkan faktor manusia yakni memahami bahwa manusia merupakan fokus utama perancangan desain, sehingga hal-hal yang berhubungan dengan struktur anatomi tubuh manusia harus diperhatikan, demikian juga dengan dimensi ukuran tubuh (anthropometri). Selain hal tersebut unsur lain yang harus diperhatikan dalam perancangan desain adalah hubungan antara lingkungan, manusia, alat-alat atau perangkat kerja, dengan produk fasilitas kerjanya. Satu sama lain saling berinteraksi dan memberi pengaruh signifikan terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi, keselamatan, kesehatan, kenyamanan maupun ketenangan orang bekerja sehingga dapat terhindar dari kesalahan bentuk kesalahan manusiawi (*human error*) yang berakibat kecelakaan kerja. Oleh karena itu, pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis berdasarkan prinsip-prinsip ergonomis pada kapal selam ukuran 28 m. Data kapal selam yang digunakan adalah hasil penelitian sebelumnya.

I.2 Perumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh sarana kerja dan posisi kerja terhadap kinerja operator kapal selam mini?
2. Bagaimana hasil perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) sebagai dasar perbaikan stasiun kerja?
3. Bagaimana desain stasiun kerja yang sesuai dengan prinsip ergonomi sebagai upaya mengurangi terjadinya *human error*?
4. Bagaimana *layout 3D* stasiun kerja yang pada kapal selam mini?

I.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh sarana kerja dan posisi kerja terhadap kinerja operator kapal selam mini.
2. Mengetahui hasil perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) sebagai dasar perbaikan stasiun kerja.
3. Membuat desain stasiun kerja yang sesuai dengan prinsip ergonomi sebagai upaya mengurangi terjadinya *human error*.
4. Membuat *layout 3D* stasiun kerja yang pada kapal selam mini.

I.4 Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan dunia pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari pengerjaan Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai metode analisis untuk memperoleh rancangan stasiun kerja yang sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi.

I.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain :

1. Data kapal sesuai dengan data kapal selam mini yang telah diteliti sebelumnya.
2. Analisis ergonomi dilakukan dengan pengolahan data melalui perhitungan REBA.

3. Perbaikan desain dilakukan dilakukan pada stasiun kerja tanpa merubah Rencana Umum dan Rencana Garis.

I.6 Hipotesis

Dengan melakukan analisis sesuai dengan prinsip ergonomi kapal selam mini untuk mengurangi terjadinya *human error*.

I.7 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan yang disusun untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

ABSTRAK

ABSTRACT

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah serta batasan masalahnya, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini, manfaat yang diperoleh, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian Tugas Akhir. Dasar-dasar teori, informasi tentang perhitungan dan prinsip-prinsip dasar dituliskan dalam bab ini.

BAB III. METODOLOGI

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literatur, hingga pengolahan data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

BAB IV. ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai proses perhitungan teknis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) yang akan digunakan sebagai dasar pembuatan stasiun kerja. Stasiun kerja yang dibuat sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi yang telah dituliskan pada bab tinjauan pustaka. Setelah membuat perbaikan stasiun kerja, selanjutnya dilakukan perbandingan dengan regulasi yang berkaitan dengan desain ergonomi. Setelah dilakukan perbaikan, selanjutnya dilakukan pembuatan desain 3d sebagai *layout* stasiun kerja dengan menggunakan *software google sketchup ver.8*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Gambaran Umum

Pada bab ini dijelaskan tentang landasan teori dan tinjauan pustaka yang menjadi dasar pengerjaan tugas akhir. Pada bab ini berisi tentang kapal selam dan ergonomic beserta prinsip-prinsipnya.

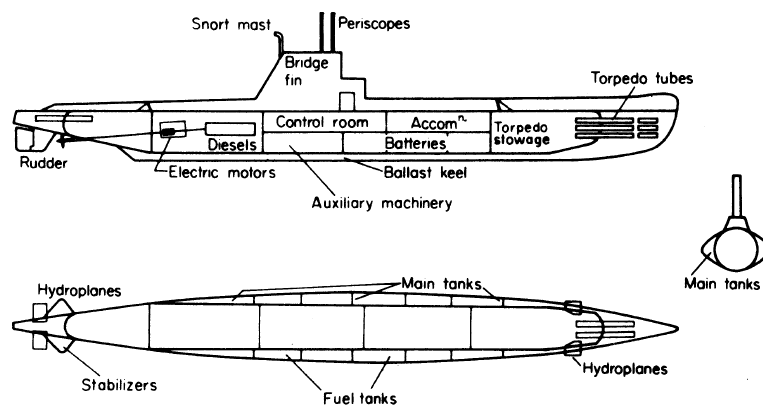
II.2 Kapal Selam

Data Kapal Selam Mini 28 m

Data kapal yang akan digunakan pada pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- Jenis Kapal : Kapal Selam (*Submarine*)
- Panjang (LWL) : 28 m
- Diameter : 4 m
- Sarat : 3 m
- Kecepatan : 15 Knot
- Displacement Surface : 222.6 ton
- Displacement submerged : 269.8 ton

Kapal selam adalah sebuah kapal dengan propulsi mandiri yang mampu membawa personil dan / atau penumpang saat beroperasi di bawah air, menyelam, di permukaan dan memiliki daya apung. Tekanan internal yang biasanya dipertahankan pada atau dekat satu atmosfer. (ABS, 2015)



Gambar II. 1 Rencana umum Submarine

Berdasarkan ukurannya kapal selam dibagi atas tiga jenis utama yaitu:

a. *Large Submarine*

Yaitu kapal selam dengan bobot lebih dari 2000 ton saat kondisi menyelam (*submerged*). Beberapa contoh kapal selam tipe ini adalah Kilo-Class dan Thypoon-Class buatan Rusia. Beberapa jenis *Large Submarine* menggunakan tenaga penggerak berupa reaktor nuklir.

b. *Medium Submarine*

Yaitu kapal selam dengan bobot saat menyelam (*submerged*) berada pada kisaran nilai antara lebih dari 600 sampai dengan kurang dari 2000 ton. Salah satu contoh kapal selam medium ini adalah KRI Cakra 401 milik TNI-AL yang merupakan class U-209 buatan Jerman.

c. *Midget Submarine*

Secara umum kapal selam ini didefinisikan sebagai kapal selam dengan bobot dibawah 150 ton. Namun, beberapa jenis *midget submarine* juga memiliki bobot hingga lebih dari 300 ton.

Perbedaan gambaran umum dari kapal selam konvensional jika dibandingkan dengan kapal permukaan adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk , bentuk kapal selam dikondisikan sedemikian hingga memiliki propulsi yang efisien pada saat kondisi menyelam.
- b. Sebagian besar porsi badan utama kapal pada pressure hull (badan tekan) biasanya berbentuk lingkaran pada penampang melintang membuatnya dapat menahan tekanan hidrostatik yang tinggi. Bentuk potongan lingkaran ini dapat diartikan dengan sarat air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapal permukaan dengan displasemen yang sama.
- c. Hydroplanes, untuk mengatur kedalaman dan sudut kemiringan kapal; biasanya terdapat 2 pasang, satu dibagian belakang dan satu lagi pada bagian depan atau pada sirip anjungan.
- d. Tangki, biasanya terdapat pada bagian luar badan tekan, dimana dapat digenangi air untuk mengakibatkan kapal tersebut menyelam.

- e. Sistem propulsi ganda. Pada kondisi menyelam sistem yang biasa digunakan adalah dengan
- f. sistem elektrik yang tersedia dari baterai dan propulsi saat kondisi permukaan adalah menggunakan diesel. Baterai membutuhkan pengisian secara rutin, ini mengartikan bahwa kapal selam konvensional harus beroperasi pada permukaan atau kedalaman periskop untuk beberapa waktu yang dibutuhkan. Kerugian ini dapat diatasi dengan kapal selam bertenaga nuklir atau dengan sistem propulsi udara secara mandiri pada kapal tersebut.
- g. Periskop dan tiang sensor memungkinkan kapal untuk beroperasi dekat dengan permukaan.
- h. Sebuah pipa masuk udara khusus, snorkel mast, memungkinkan udara diambil ketika beroperasi pada kedalaman periskop.
- i. Pada kebutuhan khusus untuk mengatur kondisi atmosfer di dalam kapal selam. Terpisah dengan kelengkapan pada kondisi normal, terdapat penyerap karbon dioksida dan generator oksigen (Rawson & Tupper, 2001).

Midget Submarine

Midget Submarine atau kapal selam cebol / mini adalah jenis kapal selam dengan bobot dibawah 150 ton, biasanya dioperasikan oleh satu atau dua awak tapi terkadang sampai 6 atau 9, dengan sedikit atau tanpa akomodasi hidup. Midget Submarine biasa bekerja dengan kapal induk, dimana kapal tersebut diluncurkan dan diambil kembali, serta menyediakan akomodasi untuk kru dan staff lainnya. Baik midget submarine militer dan sipil telah dibuat. Jenis militer bekerja dengan kapal permukaan dan kapal selam lain sebagai kapal induknya. Jenis kapal selam cebol sipil dan militer non-tempur pada umumnya disebut dengan submersibles, dan biasanya bekerja dengan kapal permukaan (wikipedia, 2015).

• Military Midget Submarine

Kapal selam cebol militer umumnya dipersenjatai dengan torpedo dan ranjau, misalnya dapat dilepaskan pada bagian sisi dan bagian hidung. Atau kapal selam tersebut mungkin berfungsi sebagai kendaraan pengirim perenang untuk mengantarkan pasukan katak ke sekitar target mereka, yang kemudian diserang dengan mines limpet.

- Civilian Midget Submarine

Dalam penggunaan sipil kapal selam cebol umumnya disebut submersibles, submersibles komersial digunakan dalam, misalnya, pemeliharaan bawah air, eksplorasi, arkeologi dan penelitian ilmiah. Submersibles lainnya tersedia secara komersial dipasarkan sebagai wahana wisata baru dan sebagai tender khusus untuk pemilik kapal pesiar kaya. Ada juga bertumbuhan jumlah pembangun kapal selam dan awak kapal selam yang amatir Homebuild submersible sebagai hobi.

II.3 Ergonomi dan Prinsip-prinsip Ergonomi

II.3.1 Definisi Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *ergon* yang berarti kerja dan *nomos* yang berarti ilmu yang mempelajari. Dengan kata lain ergonomi dapat diterjemahkan sebagai ilmu yang mempelajari tentang pekerjaan atau sistem kerja, termasuk didalamnya adalah pekerja, peralatan kerja dan tempat kerja dari pekerja (*Occupational Health and Safety second edition, 1994*).

Ergonomi adalah hubungan antara manusia dengan lingkungan kerjanya, yaitu keseluruhan alat perkakas dan bahan yang dihadapi, organisasi atau meroda kerjanya dan sekitar lingkungan kerjanya (Suyanto, 1985). Selain itu menurut Corlett dan Clark (1995), ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari karakteristik dan kemampuan manusia yang mempengaruhi desain pekerjaan, peralatan dan sistem kerja.

Menurut Suma'mur P.K (1982), ergonomi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang penerapannya berusaha untuk menyesuaikan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang atau sebaliknya dengan tujuan tercapainya produktivitas kerja dan efisiensi yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan faktor manusia seoptimal-optimalnya. Ergonomi juga merupakan komponen kegiatan dalam ruang lingkup hiperkes yang antara meliputi penyesuaian pekerjaan terhadap tenaga kerja secara timbal balik untuk efisiensi dan kenyamanan.

Manuba (2000) mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu, teknologi dan seni untuk menyesuaikan alat, cara kerja dan lingkungan pada kemampuan, kebolehan dan batasan manusia sehingga diperoleh kondisi kerja dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman, dan efisien sehingga tercapai produktivitas setinggi-tingginya. Dengan ergonomi kita mampu

menekan dampak negatif pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi, hendaknya ergonomi dimasukkan sedini mungkin bahkan dari mulai rancangan sehingga dapat menekan kesalahan sedikit mungkin.

Berdasarkan berbagai definisi di atas dapat disimpulkan bahwa ergonomi merupakan penerapan ilmu multidisiplin yang mempelajari interaksi antara manusia dalam hal ini adalah kemampuan dan kapasitasnya, alat kerja dan lingkungan kerja agar tercapai kesesuaian diantaranya sehingga terciptanya efisiensi dan produktivitas kerja yang maksimal.

II.3.2 Ruang Lingkup Ergonomi

Ergonomi bersangkutan dengan keilmuan lain diantaranya meliputi ilmu anatomi, psikologi dan karakter psikologi seseorang yang mempengaruhi atau menetapkan desain dan kegunaan dari tempat kerja, posisi kerja, dan atau suatu pengoperasian dan dengan memastikan bahwa desain tersebut yang berhubungan dengan tugas, peralatan, perlengkapan serta prosedur yang sesuai dengan keterbatasan manusia dan kapasitas penggunaannya. (Fraser & Pityn, 1994)

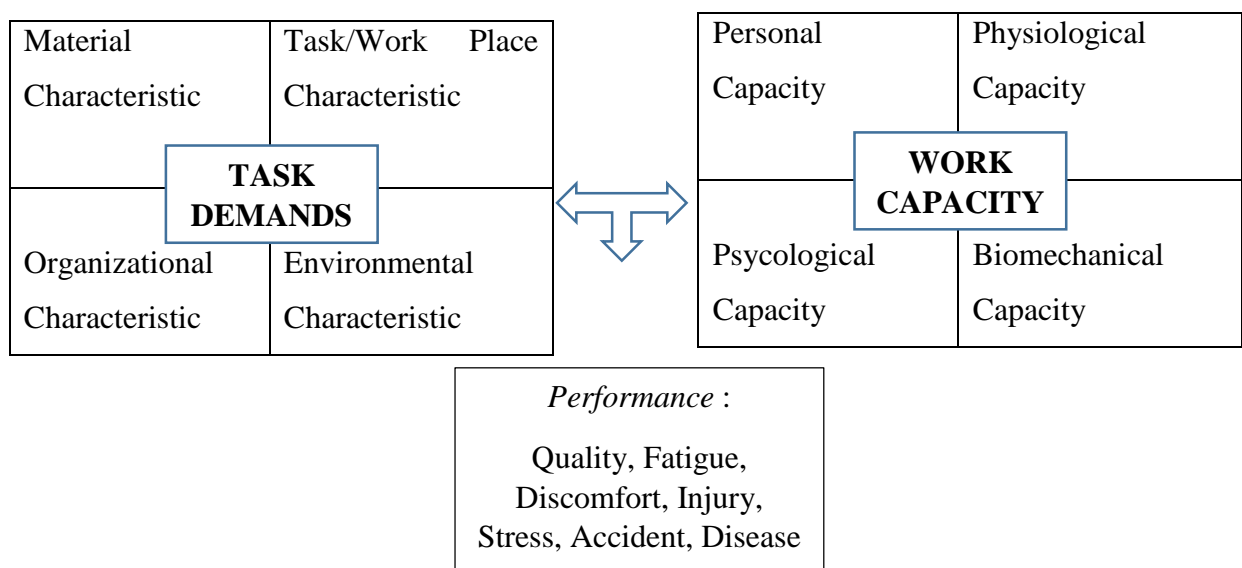
Ergonomi merupakan perpaduan antara beberapa bidang ilmu, antara lain ilmu faal, anatomi dan kedokteran, psikologi faal, ilmu fisika dan teknik. Ilmu faal dan anatomi memberikan gambaran bentuk tubuh manusia, kemampuan tubuh atau anggota gerak tubuh mengangkat atau ketahanan terhadap suatu gaya yang diterimanya, serta satuan ukuran besaran panjangnya suatu anggota tubuh. Psikologi faal memberikan gambaran terhadap fungsi otak dan sistem persyarafan dalam kaitannya dengan tingkah laku, sementara eksperimental mencoba memahami suatu cara bagaimana mengambil sikap, memahami, mempelajari, mengingat serta mengendalikan proses motorik. Sedangkan ilmu fisika dan teknik memberi informasi yang sama untuk desain dan lingkungan dimana operator terlibat (Oborne, 1995)

Secara umum tujuan ergonomi adalah :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinie kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis, dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Jika dilihat dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi. Dalam kata lain, tuntutan pekerjaan tidak boleh terlalu rendah (*underload*) dan juga tidak boleh terlalu berlebihan (*overload*), karena keduanya dapat menyebabkan stress. Konsep keseimbangan antara tuntutan tugas dapat diilustrasikan seperti gambar berikut.



Gambar II. 2 Konsep keseimbangan ergonomi

Kemampuan seseorang sangat ditentukan oleh :

1. Karakteristik pribadi (*personal capacity*), meliputi faktor usia, jenis kelamin, antropometri, pendidikan, pengalaman, status sosial, agama dan kepercayaan, status kesehatan, kesegaran tubuh, dan lain-lain.
2. Kemampuan fisiologis (*Physiological capacity*), meliputi kemampuan dan daya tahan cardio-vaskuler, syaraf otot, panca indera, dan lain-lain.
3. Kemampuan psikologis (*Psychological capacity*) berhubungan dengan kemampuan mental, waktu reaksi, kemampuan adaptasi, stabilitas emosi, dan sebagainya.
4. Kemampuan bio-mekanik (*biomechanical capacity*) berkaitan dengan kemampuan dan daya tahan sendi dan persendian, tendon dan jalinan tulang.

Tuntutan Tugas

Tuntutan tugas pekerjaan/aktivitas tergantung pada :

1. Karakteristik tugas dan material ditentukan oleh karakteristik peralatan dan mesin, tipe, kecepatan dan irama kerja, dan sebagainya.
2. Karakteristik organisasi berhubungan dengan jam kerja dan jam istirahat, kerja malam dan bergilir, cuti dan libur, manajemen, dan sebagainya.
3. Karakteristik lingkungan berkaitan dengan manusia teman setugas, suhu dan kelembapan, bising dan getaran, penerangan, sosio-budaya, tabu, norma, adat dan kebiasaan, bahan-bahan pencemar, dan sebagainya.

Performasi

Performasi atau tampilan seseorang sangat tergantung pada rasio dari besarnya tuntutan tugas dengan besarnya kemampuan yang bersangkutan. Demikian apabila :

1. Bila rasio tuntutan tugas lebih besar dari pada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa ketidaknyamanan, *overstress*, kelelahan, kecelakaan, cedera, rasa sakit, penyakit dan tidak produktif
2. Sebaliknya bila tuntutan tugas lebih rendah daripada kemampuan seseorang atau kapasitas kerjanya, maka akan terjadi penampilan akhir berupa *understress*, kebosanan, kejenuhan, kelesuan, sakit, dan tidak produktif.
3. Agar penampilan menjadi optimal maka perlu adanya keseimbangan dinamis antara tuntutan tugas dengan kemampuan yang dimiliki sehingga tercapai kondisi dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan produktif.

II.3.3 Metode Penilaian Risiko Ergonomi

1. RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*)

Metode RULA dikembangkan oleh Dr. Lynn McAtamney dan Dr. Nigel Corlett dari Universitas Nottingham untuk Ergonomi kerja. RULA dikenalkan pertama kali pada tahun 1993 pada jurnal *Applied Ergonomics*.

RULA menyediakan sebuah dasar perhitungan dari beban pada persendian dalam pekerjaan ketika seseorang mempunyai risiko pada leher dan anggota badan bagian atas. RULA juga menyediakan untuk mengkaji postur, tenaga dan gerakan yang dihubungkan

dengan pekerjaan yang menetap atau tidak berpindah-pindah. Seperti pekerjaan dibelakang layar atau pekerjaan komputer, manufaktur, atau pedagang dimana pekerja duduk atau berdiri tanpa bergerak dimana-mana. Ada empat fungsi utama RULA yaitu :

1. Menghitung risiko pada sendi, biasanya sebagai bagian investigasi risiko ergonomi.
2. Membandingkan beban pada sendi yang ada pada modifikasi desain kerja.
3. Mengevaluasi hasil seperti produktivitas atau keserasian peralatan.
4. Mendidik pekerja tentang risiko pada sendi yang diciptakan dari perbedaan postur bekerja.

Prosedur yang digunakan dalam RULA dijelaskan dalam tiga tahapan:

1. Pemilihan postur pekerjaan yang dikaji
2. Penilaian postur menggunakan kertas penilaian, diagram bagan tubuh dan tabel
3. Kemudian penilaian dirubah ke salah satu dari empat tingkat action

2. REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

Metode REBA pertama kali diperkenalkan oleh Mc. Atammey dan Hignet pada tahun 1995 untuk menilai postur tubuh pekerja secara cepat melalui pengambilan data postur pekerja. REBA dikembangkan untuk mengkaji postur bekerja yang dapat ditemukan pada industri pelayanan kesehatan dan industri pelayanan lainnya. Data yang dikumpulkan termasuk postur badan, kekuatan yang digunakan, tipe dari pergerakan, gerakan berulang, dan gerakan berangkai. Skor akhir REBA diberikan untuk memberi sebuah indikasi pada tingkat risiko mana dan pada bagian mana yang harus dilakukan tindakan penganggulangan.

REBA didesain untuk digunakan sebagai alat pengontrol keadaan berdasarkan pengumpulan data yang kompleks. Bagaimana kemplekasnya, sistem ini sudah dikomputerisasi oleh Janik et.al (2002) sehingga memudahkan pengguna dan pada saat ini dijadikan sebagai alat pengontrol waktu. REBA dapat digunakan ketika mengkaji faktor ergonomi di tempat kerja, dimana dalam melakukan analisis menggunakan :

1. Seluruh tubuh yang digunakan
2. Postur statis, dinamis, kecepatan perubahan, atau postur yang tidak stabil
3. Pengangkatan yang sedang dilakukan dan seberapa seringnya

4. Modifikasi tempat kerja, peralatan, pelatihan atau perilaku pekerja yang bekerja mengabaikan risiko juga dimonitor.

Menggunakan metode REBA adalah sebagai alat analisis postur yang cukup sensitif untuk postur kerja yang sulit diprediksi dalam bidang perawatan kesehatan dan industri lainnya. REBA mealukan *assessment* pergerakan *repetitive* dan gerakan yang paling sering dilakukan dari kepala sampai kaki. REBA digunakan untuk menghitung tingkat risiko yang dapat terjadi sehubungan dengan pekerjaan yang dapat menyebabkan gangguan pada persendian dan postur tulang belakang dengan menampilkan serangkaian tabel-tabel untuk melakukan penilaian berdasarkan postur-postur yang terjadi dari beberapa bagian tubuh dan melihat beban atau tenaga aktifitasnya. Perubahan nilai-nilai disediakan untuk setiap bagian tubuh yang dimaksudkan untuk memodifikasi nilai dasar jika terjadi perubahan atau penambahan faktor risiko dari setiap pergerakan yang dilakukan. Keruntunngan metode ini yaitu dapat mengetahui kegiatan mana yang paling berisiko untuk dikerjakan terkait dengan keluhan kesehatan yang muncul.

REBA merupakan suatu metode penilaian postur untuk menilai faktor risiko gangguan tubuh keseluruhan. Untuk masing-masing tugas (*task*), menilai faktor postur tubuh dengan penilaian pada masing-masing grup yang terdiri atas 2 grup yaitu Grup A terdiri atas postur tubuh kanan dan kiri dari batang tubuh (*trunk*), leher (*neck*), dan kaki (*legs*), sedangkan Grup B terdiri atas postur kanan dan kiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*) dan pergelangan tangan (*wrist*).

Penentuan skor REBA yang mengindikasikan level risiko dari postur kerja, dimulai dengan menentukan skor A untuk postur-postur Grup A ditambah dengan skor beban (*load*) dan skor B untuk postur-postur Grup B ditambah dengan skor *coupling*. Kedua skor tersebut (Skor A dan B) digunakan untuk menentukan skor aktivitas pada Skor C. Dari nilai REBA dapat diketahui level risiko cedera.

Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA dilakukan melalui tahapan-tahapan berikut :

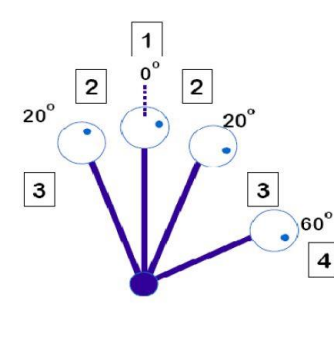
1. Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto. Untuk mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan. Pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci dilakukan dengan merekam atau memotret postur tubuh pekerja. Hal ini dilakukan supaya peneliti mendapatkan data

postur tubuh secara detail (valid), sehingga dari hasil rekaman dan hasil foto bisa didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.

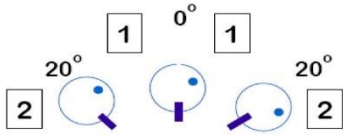
- Setelah didapatkan hasil foto atau rekaman postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan nilai. Perhitungan nilai melalui metode REBA ini dimulai dengan menganalisis posisi *neck*, *trunk*, dan *leg* dengan memberikan skor pada masing-masing komponen. Ketiga komponen tersebut kemudian dikombinasikan ke dalam sebuah tabel untuk mendapatkan nilai akhir pada bagian pertama atau skor A dan ditambah dengan skor untuk *force* atau *load*. Selanjutnya dilakukan penilaian pada bagian *upper arm*, *lower arm*, dan *wrist* kemudian ketiga komponen tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan nilai akhir pada bagian kedua atau skor B dan ditambah dengan *coupling score*. Setelah diperoleh *grand score* A dan *grand score* B, kedua nilai tersebut dikombinasikan kedalam tabel C, melalui tabel kombinasi akhir ini kemudian ditambahkan dengan *activity score* akan didapat nilai akhir yang akan menggambarkan hasil analisis postur kerja.
- Dari final REBA skor dapat diperoleh skala dari level siap aksi yang akan memberikan panduan untuk risiko dari tiap level dan aksi yang dibutuhkan. Perhitungan analisis postur ini dilakukan untuk kedua sisi tubuh, kanan dan kiri.

Tabel II. 1 Postur Tubuh untuk *Trunk*

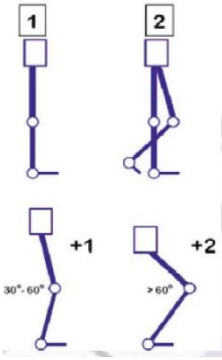
Trunk		
Movement	Score	Correction
Raised	1	To add +1 if there is torsion or roll
0°-20° flexion	2	
0°-20° extension		
20°-60° flexion	3	
>20° extension		
>60° flexion		



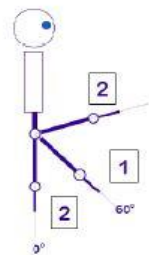
Tabel II. 2 Postur Tubuh untuk *Neck*

Neck			
Movement	Score	Correction	
0°-20° flexion	1	To add +1 if there is	
0°-20° extension	2	torsion or roll	

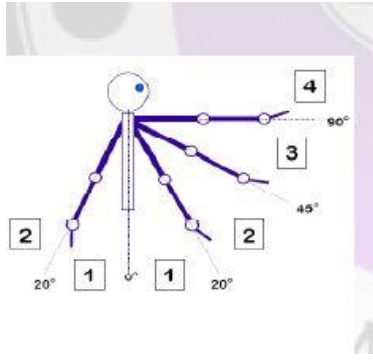
Tabel II. 3 Postur Tubuh untuk *Legs*

Legs			
Movement	Score	Correction	
Bilateral, walking or seated support	1	To add +1 if there is flexion of knees between 30° and 60°	
Unilateral support, light support or unstable position	2	To add +2 if there is flexionadas more of 60° (except for sdente position)	

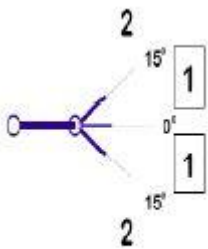
Tabel II. 4 Postur Tubuh untuk *Upper Arms*

Legs			
position	Score	Correction	
60°-100° flexion	1	To add +1 if rhere is torsion or roll	
<60° flexion	2		
>100° extention			

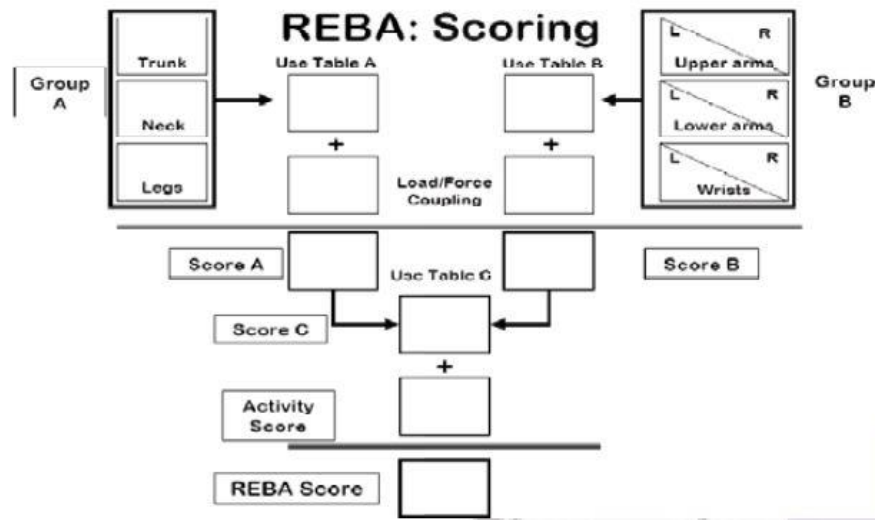
Tabel II. 5 Postur Tubuh untuk *Lower Arms*

Lower arms			
Movement	Score	Correction	
0°-20° flexion or extension	1	To add +1 if there is torsion or roll +1 elevation of the shoulder -1 if there is support or position in favor of the gravity	
>20° extension	2		
20°-45° flexion or extension	3		
>90° flexion	4		

Tabel II. 6 Postur Tubuh untuk *Wrist*

Wrists			
movement	Score	Correction	
0°-15° flexion or extension	1	To add +1 if wrist is deviated or twisted	
<15° flexion or >15° extension	2		

Tabel II. 7 Penilaian REBA



Tabel II. 8 Kombinasi Skor A

Trunk		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3		2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4		3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5		4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
Load/Force													
0		1				2				+1			
< 10 lb (<5 kg)		10-20 lb (5-10 kg)				>20 lb (>10 kg)				Shock or rapid build up of force			

Tabel II. 9 Kombinasi Skor B

		Lower arm					
Upper arm	Wrist	1			2		
		1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	1	2	3
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9
Coupling							
0 - Good		1 - Fair		2 - Poor		3 - Unacceptable	
Well-fitted handle with a mid-range power grip		Hand hold acceptable but not ideal or coupling is acceptable via another part of the body		Hand hold not acceptable although possible		Awkward, unsafe grip, no handles. Coupling is unacceptable using other parts of the body	

Tabel II. 10 Skor C untuk kombinasi dari tabel skor A dan skor B

	Score B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Score A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Activity Score												
+1 = 1 or more body parts are static, e.g. held for longer than 1 minute				+1 = repeated small range actions, e.g. repeated more than 4 times per minute (excluding walking)				+1 = action causes rapid large range changes in posture or an unstable base				

Tabel II. 11 level risiko dari perhitungan REBA

Action level	REBA score	Risk level	Action (including further assessment)
0	1	Negligible	None necessary
1	2-3	Low	May be necessary
2	4-7	Medium	Necessary
3	8-10	High	Necessary soon
4	11-15	Very high	Necessary NOW

II.4 Ergonomi dan Desain

Manusia dalam kehidupannya banyak menggunakan desain sebagai fasilitas penunjang aktivitasnya. Manusia menginginkan desain sebagai produk yang sesuai dengan tren dan memadai kebutuhannya yang semakin meningkat. Melihat kondisi saat ini, kecenderungan desain yang berubah akibat peningkatan kebutuhan manusia tersebut menimbulkan kesadaran manusia tentang pentingnya desain yang eksklusif dan persaingan mutu desain, peningkatan faktor pemasaran (daya tarik dan daya jual di pasaran), serta tuntutan kapasitas produksi yang semakin meningkat. Selain itu, aktifitas desain yang menghasilkan gagasan kreatif dipengaruhi pula oleh kecepatan membaca situasi, khususnya kebutuhan pasar dan permintaan konsumen.

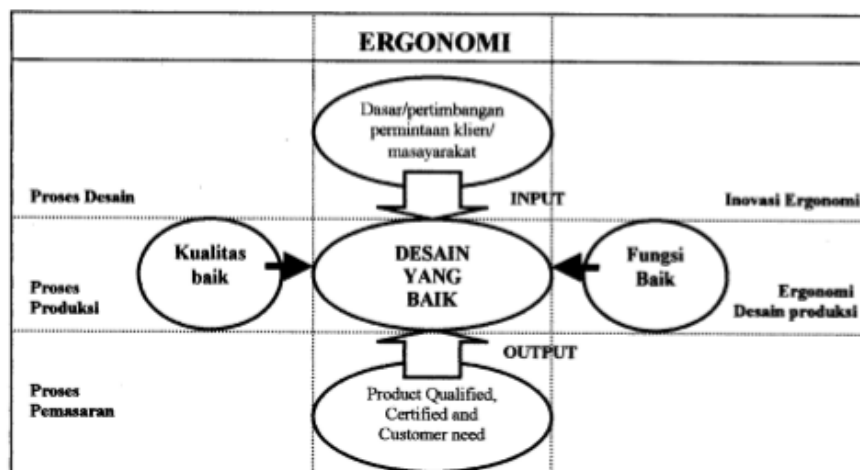
Desain dapat diartikan sebagai salah satu aktifitas luas dari inovasi desain dan teknologi yang digagaskan, dibuat, dipertukarkan (melalui transaksi jual-beli) dan fungsional. Desain merupakan hasil kreatifitas budi-daya (*man-made object*) manusia yang diwujudkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, yang memerlukan perencanaan, perancangan maupun pengembangan desain, yaitu mulai dari tahap menggali ide atau gagasan, dilanjutkan dengan tahapan pengembangan, konsep perancangan, sistem dan detail, pembuatan prototipe dan proses produksi, evaluasi, dan berakhir dengan tahap pendistribusian. Jadi dapat disimpulkan bahwa desain selalu berkaitan dengan pengembangan ide dan gagasan, pengembangan teknik, proses produksi serta peningkatan pasar.

Ruang lingkup kegiatan desain mencakup masalah yang berhubungan dengan saran kebutuhan manusia, diantaranya desain interior, desain mebel, desain alat-alat lingkungan, desain alat transportasi, desain tekstil, desain grafis, dan lain-lain. Memperhatikan hal-hal tersebut, desainer dalam analisis pemecahan masalah dan perencanaannya atau filosofi rancangan desain bekerjasama dengan masyarakat dan disiplin ilmu lain seperti arsitek, psikolog, dokter atau profesi yang lain. Misalnya, dalam merancang kursi pasien gigi, dibutuhkan kerjasama dari dokter dan pasien, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang aktivitas dan posisi duduk pasien sebagai pemakai, yang efektif, efisien, aman, nyaman dan sehat, sehingga desainer dapat menyatukan bentuk dengan memusatkan perhatian pada estetika bentuk, konstruksi, sistem dan mekanismenya. Selain itu, desainer dapat membuat suatu prediksi untuk masa depan, serta melakukan pengembangan desain dan teknologi dengan memperhatikan segala kelebihan maupun penggunaan sistem gerakan otot, dan dimensi ukuran tubuh, untuk kemudian menggunakan semua informasi mengenai faktor manusia ini sebagai acuan dalam perancangan desain yang serasi, selaras dan seimbang dengan manusia sebagai pemakainya.

Untuk menilai suatu hasil akhir dari produk sebagai kategori nilai desain yang baik biasanya ada tiga unsur yang mendasari, yaitu fungsional, estetika dan ekonomi. Kriteria pemilihan adalah *function and purpose, utility and economic, form and style, image and meaning*. Unsur fungsional dan estetika sering disebut *fit-form-function*, sedangkan unsur ekonomi lebih dipengaruhi oleh harga dan kemampuan daya beli masyarakat (Bagas, 2000). Desain yang baik berarti mempunyai kualitas yang baik, tergantung pada sasaran dan filosofi mendesain pada umumnya, bahwa sasaran berbeda menurut kebutuhan dan kepentingannya,

serta upaya desain berorientasi pada hasil yang dicapai, dilaksanakan dan dikerjakan seoptimal mungkin.

Ergonomi merupakan salah satu dari persyaratan untuk mencapai desain yang *qualified, certified*, dan *customer neer*. Ilmu ini akan menjadi keterkaitan yang simultan dan menciptakan seinergi dalam pemunculan gagasan, poses desain dan desain final.



Gambar II. 3 Diagram sinergi desain dan ergonomi

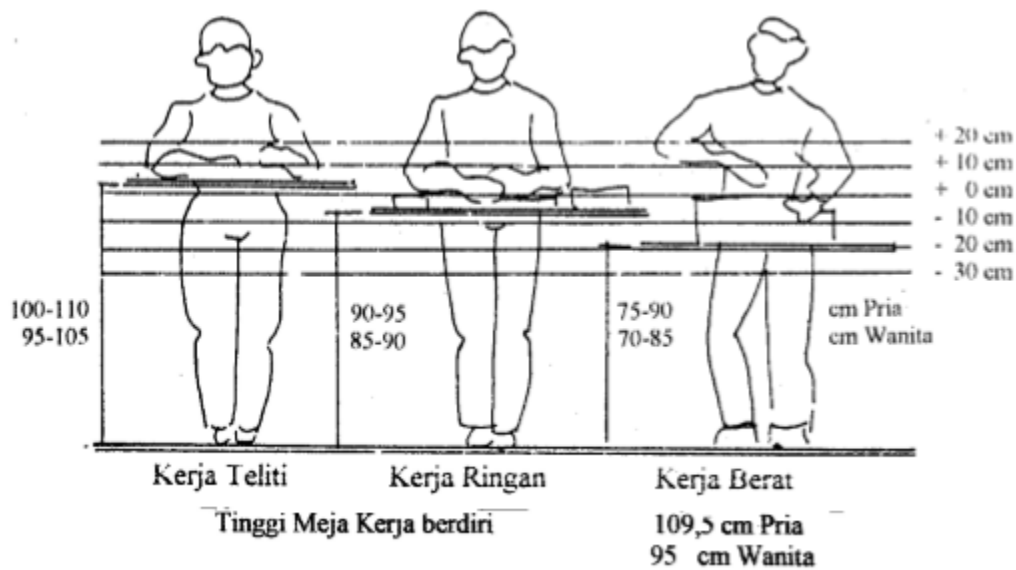
Ergonomi adalah ilmu yang menemukan dan mengumpulkan informasi tentang tingkah laku, kemampuan, keterbatasan, dan karakteristik manusia untuk perancangan mesin, peralatan, sistem kerja, dan lingkungan yang produktif, aman, nyaman dan efektif bagi manusia. Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat manusia, kemampuan manusia dan keterbatasannya untuk merancang suatu sistem kerja yang baik agar tujuan dapat dicapai dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 1979).

Fokus utama pertimbangan ergonomi menurut Cormick dan Sanders (1992) adalah mempertimbangkan unsur manusia dalam perancangan objek, prosedur kerja dan lingkungan kerja. Sedangkan metode pendekatannya adalah dengan mempelajari hubungan manusia, pekerjaan dan fasilitas pendukungnya, dengan harapan dapat sedini mungkin mencegah kelelahan yang terjadi akibat sikap atau posisi kerja yang keliru. Untuk itu, dibutuhkan adanya data pendukung seperti ukuran bagian-bagian tubuh yang memiliki relevansi dengan tuntutan aktivitas, dikaitkan dengan profil tubuh manusia, baik orang dewasa, anak-anak atau orang tua, laki-laki dan perempuan, utuh atau cacat tubuh, gemuk atau kurus. Jadi, karakteristik manusia sangat berpengaruh pada desain dalam meningkatkan produktivitas

kerja manusia untuk mencapai tujuan yang efektif, sehat, aman dan nyaman. Tujuan tersebut dapat tercapai dengan adanya pengetahuan tentang kesesuaian, kepresisian, keselamatan, keamanan, dan kenyamanan manusia dalam menggunakan hasil produk desain, yang kemudian dikembangkan dalam penyelidikan di bidang ergonomi. Penyelidikan ergonomi dibedakan menjadi empat kelompok, yakni :

1. Penyelidikan tentang tampilan/display Penyelidikan pada suatu perangkat (interface) yang menyajikan informasi tentang lingkungan dan mengkomunikasikannya pada manusia antara lain dalam bentuk tanda-tanda, angka, dan lambang,
2. Penyelidikan tentang kekuatan fisik manusia Penyelidikan dengan mengukur kekuatan serta ketahanan fisik manusia pada saat kerja, termasuk perancangan obyek serta peralatan yang sesuai dengan kemampuan fisik manusia beraktivitas.
3. Penyelidikan tentang ukuran tempat kerja Penyelidikan ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan tempat kerja yang sesuai dengan ukuran atau dimensi tubuh manusia.
4. Penyelidikan tentang lingkungan kerja Meliputi penyelidikan mengenai kondisi lingkungan fisik tempat kerja dan fasilitas kerja, misalnya pengaturan cahaya, kebisingan, temperatur, dan suara.

Berkenaan dengan penyelidikan tersebut, beberapa disiplin ilmu ergonomi yang terlibat antara lain anatomi dan fisiologi (struktur dan fungsi pada manusia), antropometri (ukuran-ukuran tubuh manusia), fisiologi psikologi (sistim syaraf dan otak manusia), dan psikologi eksperimen (perilaku manusia). Studi tentang psikologi eksperimen dalam desain diperlukan untuk mengetahui kebutuhan dimensi/ukuran tubuh manusia (misalnya saja kebiasaan, perilaku dan budaya manusia duduk, berdiri, mengambil sesuatu, dan bergerak), sehingga didapatkan ukuran yang tepat agar tidak terjadi kekeliruan data dalam perencanaan desain. Psikologi dijadikan studi karena dianggap penting untuk menelaah perilaku dan hal-hal yang dipikirkan oleh manusia sebagai pengguna desain. Seperti yang diungkapkan Ching (1987) dalam perencanaan desain mebel, manusia adalah faktor utama yang mempengaruhi bentuk, proporsi dan skala mebel. Untuk memperoleh manfaat dan kenyamanan dalam melaksanakan aktivitas, mebel harus dirancang sesuai dengan ukuran tubuh manusia, jarak bebas yang diperlukan oleh pola aktivitas dan sifat aktivitas yang dijalani.



Gambar II. 4 Posisi kerja untuk aktivitas berdiri

Pengambilan data ukuran yang keliru mengakibatkan kegagalan desain, struktur dan fungsi tubuh manusia terganggu dan berubah, bahkan yang paling vital mengakibatkan terganggunya sistem otak dan saraf. Misalnya dalam perancangan desain kursi, Suparto (2003) mengungkapkan hal penting yang diperhatikan dalam perancangan yaitu memperhatikan kemampuan elemen-elemen kursi untuk menanggapi dan membentuk keseimbangan dan kestabilan pada saat orang duduk di atasnya. Pusat gravitasi tubuh pada saat duduk tegak berada sekitar 22 cm di muka dan 24 cm di atas titik acuan duduk (titik acuan duduk adalah perpotongan bidang sandaran dan alas duduk), sedangkan pada saat berdiri tegak pusat gravitasi akan berada 10 cm di depan dan sekitar 15 cm di atas titik acuan duduk. Jadi perancangan dudukan yang terlalu tinggi atau rendah akan berpengaruh buruk pada kenyamanan, mengurangi keseimbangan duduk, kelelahan pada daerah punggung khususnya tulang belakang, bahkan bahaya yang lebih besar adalah terjadinya hambatan dalam sirkulasi darah atau gumpalan darah (thrombophlebitis). Ringkasnya, ergonomi merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam perancangan desain.

II.4.1 EVALUASI ERGONOMI DALAM PERANCANGAN DESAIN

Esensi dasar dari evaluasi ergonomi dalam proses perancangan desain adalah sedini mungkin mencoba memikirkan kepentingan manusia agar bisa terakomodasi dalam setiap kreativitas dan inovasi sebuah ‘man made object’ (Sritomo, 2000). Fokus perhatian dari sebuah kajian ergonomis akan mengarah ke upaya pencapaian sebuah perancangan desain suatu produk yang memenuhi persyaratan ‘fitting the task to the man’ (Granjean, 1982), sehingga setiap rancangan desain harus selalu memikirkan kepentingan manusia, yakni perihal keselamatan, kesehatan, keamanan maupun kenyamanan. Sama seperti yang diungkapkan Sritomo (2000), desain sebelum dipasarkan sebaiknya terlebih dahulu dilakukan kajian/evaluasi/pengujian yang menyangkut berbagai aspek teknis fungsional, maupun kelayakan ekonomis seperti analisis nilai, reliabilitas, evaluasi ergonomis, dan marketing.

Untuk melaksanakan kajian atau evaluasi (pengujian) bahwa desain sudah memenuhi persyaratan ergonomis adalah dengan mempertimbangkan faktor manusia, dalam hal ini ada empat aturan sebagai dasar perancangan desain, yakni :

1. Memahami bahwa manusia merupakan fokus utama perancangan desain, sehingga hal-hal yang berhubungan dengan struktur anatomi (fisiologik) tubuh manusia harus diperhatikan, demikian juga dengan dimensi ukuran tubuh (anthropometri).
2. Menggunakan prinsip-prinsip kinesiologi dalam perancangan desain (studi mengenai gerakan tubuh manusia dilihat dari aspek biomechanics), tujuannya untuk menghindarkan manusia melakukan gerakan kerja yang tidak sesuai, tidak beraturan dan tidak memenuhi persyaratan efektivitas efisiensi gerakan.
3. Pertimbangan mengenai kelebihan maupun kekurangan (keterbatasan) yang berkaitan dengan kemampuan fisik yang dimiliki oleh manusia di dalam memberikan respon sebagai kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan pengaruhnya dalam perancangan desain.
4. Mengaplikasikan semua pemahaman yang terkait dengan aspek psikologik manusia sebagai prinsip-prinsip yang mampu memperbaiki motivasi, attitude, moral, kepuasan dan etos kerja.

Selain hal-hal tersebut di atas, unsur lain yang juga penting untuk diperhatikan dalam perancangan desain adalah hubungan antara lingkungan, manusia, alat-alat atau perangkat kerja, dengan produk fasilitas kerjanya. Satu sama lain saling berinteraksi dan memberi

pengaruh signifikan terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi, keselamatan, kesehatan, kenyamanan maupun ketenangan orang bekerja sehingga menghindarkan diri dari segala bentuk kesalahan manusiawi (human error) yang berakibat kecelakaan kerja.

Lingkungan fisik tempat kerja bagi manusia dipengaruhi antara lain oleh :

1. Cahaya Dalam faktor cahaya, kemampuan mata untuk melihat obyek dipengaruhi oleh ukuran obyek, derajat kontras antara obyek dan sekelilingnya, luminensi (brightness), lamanya melihat, serta warna dan tekstur yang memberikan efek psikologis pada manusia. Mata diharapkan memperoleh cahaya yang cukup, pemandangan yang menyenangkan, menenangkan pikiran, tidak silau, dan nyaman. Pencahayaan yang kurang dapat mengakibatkan kelelahan pada mata.
2. Kebisingan Aspek yang menentukan tingkat gangguan bunyi terhadap manusia adalah lama waktu bunyi terdengar, intensitas (dalam ukuran desibel/dB, besarnya arus energi per satuan luas), dan frekuensi (dalam Hertz/Hz, jumlah getaran per detik). Usaha-usaha pengurangan kebisingan dapat dilakukan dengan pengurangan kegaduhan pada sumber, pengisolasian peralatan penyebab kebisingan, tata akustik yang baik/ memberikan bahan penyerap suara, memberikan perlengkapan pelindung.
3. Getaran mekanis Getaran mekanis dapat diartikan sebagai getaran-getaran yang ditimbulkan oleh alat-alat mekanis. Biasanya gangguan yang dapat ditimbulkan dapat mempengaruhi kondisi bekerja, mempercepat datangnya kelelahan dan menyebabkan timbulnya beberapa penyakit. Besaran getaran ditentukan oleh lama, intensitas, dan frekuensi getaran. Sedangkan anggota tubuh mempunyai frekuensi getaran sendiri sehingga jika frekuensi alami ini beresonansi dengan frekuensi getaran mekanis akan mempengaruhi konsentrasi kerja, mempercepat kelelahan, gangguan pada anggota tubuh seperti mata, syaraf, dan otot.
4. Temperatur Temperatur yang terlalu panas akan mengakibatkan cepat timbulnya kelelahan tubuh, sedangkan temperatur yang terlalu dingin membuat gairah kerja menurun. Kemampuan adaptasi manusia dengan temperatur luar adalah jika perubahan temperatur luar tersebut tidak melebihi 20 % untuk kondisi panas dan 35 % untuk kondisi dingin (dari keadaan normal tubuh). Dalam kondisi normal, temperatur tiap anggota tubuh berbeda-beda. Tubuh manusia bisa menyesuaikan

diri karena kemampuannya untuk melakukan proses konveksi, radiasi dan penguapan. Produktivitas manusia paling tinggi pada suhu 24 – 27° C.

5. Kelembaban Kelembaban diartikan sebagai banyaknya air yang terkandung dalam udara, biasanya dinyatakan dalam persentase. Jika udara panas dan kelembaban tinggi, terjadi pengurangan panas dari tubuh secara besar-besaran dan denyut jantung makin cepat.
6. Warna. Permainan warna dalam desain memberi dampak psikologis bagi pengamat dan pemakainya, misalnya warna merah memberi kesan merangsang, kuning memberi kesan luas dan terang, hijau atau biru memberi suasana sejuk dan segar, gelap memberi kesan sempit, permainan warna-warna terang memberi kesan luas.

Selain hal-hal tersebut di atas, kemampuan untuk meningkatkan produktivitas kerja manusia dipengaruhi pula oleh sikap, gerakan, aktivitas, struktur fisik tubuh manusia, struktur tulang, otot rangka, sistem saraf dan proses metabolisme. Sikap yang tidak tepat menyebabkan gangguan, stress, rasa malas bekerja, ketidaknyamanan dan kelelahan (kelelahan pada seluruh tubuh, mental, urat syaraf, bahkan menyebabkan rasa sakit dan kelainan pada struktur tubuh manusia. Aktivitas kerja manusia, baik fisik maupun mental mempunyai tingkat intensitas yang berbeda. Intensitas tinggi berarti energi tinggi, intensitas rendah berarti energi rendah. Mengeluarkan energi dalam jumlah besar untuk periode yang lama bisa menimbulkan kelelahan fisik dan mental, sedangkan kelelahan mental lebih berbahaya dan kadang-kadang menimbulkan kesalahan-kesalahan kerja yang serius. Selain itu, posisi tubuh yang tidak alami atau sikap yang dipaksakan berakibat pada pengurangan produktivitas manusia, hal ini berkaitan dengan dengan sejumlah tenaga yang harus dikeluarkan akibat beban tambahan.

Bagas (2000) mengatakan, apabila antara manusia (pemakai) dan kondisi hasil desain yang sifatnya fisik atau mekanismenya tidak aman, itu berarti terjadi ketidakmampuan pelaksanaan fungsi secara baik, sehingga berakibat pada kesalahan manusiawi (human errors), kegagalan akhir pada desain yang tidak baik, kesulitan dalam produksi, kegagalan produk, bahkan menimbulkan kecelakaan kerja. Hal yang sama diungkapkan oleh Cormick dan Sanders (1992) ‘ *it is easier to bend metal than twist arms*’, yang bisa diartikan merancang produk untuk mencegah terjadinya kesalahan akan jauh lebih mudah bila dibandingkan mengharapkan orang atau operator jangan sampai melakukan kesalahan pada saat mengoperasikan produk tersebut. Memperhatikan hal tersebut, diperlukan

pengetahuan dan penyelidikan tentang ketepatan atau kepresisian, kesesuaian, kesehatan, keselamatan, keamanan dan kenyamanan manusia dalam bekerja. Faktor perbedaan ukuran atau postur dan berat badan manusia, kebiasaan, perilaku, sikap manusia dalam beraktivitas, serta kondisi lingkungan juga memerlukan penyelidikan lebih lanjut. Faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran tubuh manusia antara lain umur, jenis kelamin (dimensi tubuh laki-laki umumnya lebih besar dari wanita), suku bangsa, dan posisi tubuh. Sedangkan dalam perancangan desain, pertimbangan ergonomi yang nyata dalam aplikasinya untuk mendapatkan data ukuran tubuh yang akurat menggunakan pengukuran anthropometri.

II.5 Anthropometri dan pengukuran

Istilah Anthropometri berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran. Secara definitif anthropometri dapat dinyatakan sebagai satu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Anthropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam memerlukan interaksi manusia. Data Anthropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

- Perancangan areal kerja
- Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas dan lain sebagainya.
- Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja dll.
- Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data data anthropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Secara umum sekurang-kurangnya 90% : 95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah mampu menggunakannya dengan selayaknya. Dalam beberapa kasus tertentu ada beberapa produk sebagai contoh kursi mobil yang dirancang secara fleksibel yang bisa digerakkan maju-mundur dan sudut dandarnya juga bisa diubah untuk menciptakan posisi yang nyaman. Rancangan produk yang dapat diatur secara fleksibel jelas memberikan

kemungkinan lebih besar bahwa produk tersebut akan mampu dioperasikan oleh setiap orang meskipun ukuran tubuh mereka berbeda-beda. Pada dasarnya peralatan kerja yang dibuat dengan mengambil referensi dimensi tubuh tertentu jarang sekali bisa mengakomodasikan seluruh *range* ukuran tubuh dari populasi yang akan memakainya. Kemampuan penyesuaian (*adjustability*) suatu produk merupakan satu prasyarat yang amat penting dalam proses perancangannya, terutama untuk produk-produk yang berorientasi ekspor.

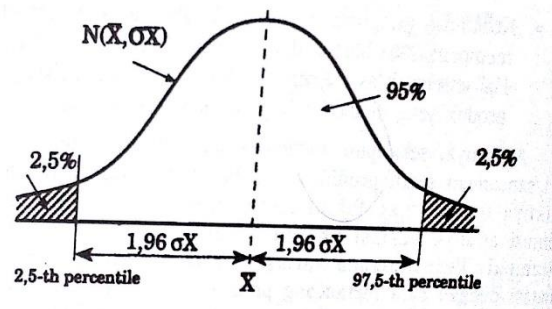
Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikan faktor-faktor tersebut yang antara lain adalah :

- a. Umur. Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan. Dari suatu penelitian yang dilakukan oleh A.F. Roche dan G.H. Davila (1972) di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan tumbuh dan berkembang maksimal sampai dengan usia 21.2 tahun, sedangkan wanita 17.3 tahun, meskipun ada sekitar 10% yang masih terus bertambah tinggi sampai usia 23.5 tahun (laki-laki) dan 21.1 tahun (wanita). Setelah itu, tidak lagi akan terjadi pertumbuhan bahkan justru akan cenderung berubah menjadi penurunan ataupun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan.
- b. Jenis kelamin. Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul, dsb.
- c. Suku/bangsa. Setiap suku, bangsa ataupun kelompok etnik akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.
- d. Posisi tubuh. Sikap ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus ditetapkan untuk survei pengukuran.

Data Anthropometri jelas diperlukan agar supaya rancangan suatu produk bisa sesuai dengan orang yang akan mengoperasikannya. Ukuran tubuh yang diperlukan pada hakikatnya tidak sulit diperoleh dari pengukuran secara individual, seperti halnya yang dijumpai untuk produk yang dibuat berdasarkan pesanan. Situasi menjadi berubah manakala lebih banyak lagi produk standard yang harus dibuat untuk dioperasikan oleh banyak orang. Permasalahan yang akan timbul adalah ukuran siapakah yang nantinya akan dipilih menjadi acuan untuk

mewakili populasi yang ada. Mengingat ukuran individu akan bervariasi satu dengan populasi yang menjadi target sasaran produk tersebut.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya yaitu adanya variasi ukuran sebenarnya akan lebih mudah diatasi bilamana kita mampu merancang produk yang memiliki fleksibilitas dan sifat “mampu sesuai” dengan suatu rentang ukuran tertentu.



Gambar II. 5 distribusi normal data anthropometri 95-th percentile

Untuk penetapan dan anthropometri ini, pemakaian distribusi normal akan diterapkan. Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan berdasarkan harga rata-rata (mean \bar{x}) dan simpangan standardnya (σx) dari data yang ada. Dari nilai yang ada tersebut, maka “percentile” dapat ditetapkan sesuai dengan table probabilitas distribusi normal. Dengan “percentile”, maka yang dimaksudkan disini adalah suatu nilai yang menunjukkan prosentase tertentu dari orang yang memiliki ukuran pada atau dibawah nilai tersebut.

Sebagai contoh 95-th percentile akan menunjukkan 95% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran tersebut. Sedangkan 5-th percentile akan menunjukkan 5% populasi akan berada pada atau dibawah ukuran itu. Dalam anthropometri, angka 95-th akan menggambarkan ukuran manusia yang “terbesar” dan 5-th percentile sebaliknya akan menunjukkan ukuran “terkecil”. Bilamana diharapkan ukuran yang mampu mengakomodasikan 95% dari populasi yang ada, maka akan diambil rentang 2.5-th dan 97.5-th percentile sebagai batas-batasnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar.

Tabel II. 12 Percentile Anthropometri

Percentile	Perhitungan
1 st	$\bar{x} - 2.325 \sigma x$
2.5 th	$\bar{x} - 1.96 \sigma x$
5 th	$\bar{x} - 1.645 \sigma x$

10 th	$\bar{x} - 1.28 \sigma_x$
50 th	\bar{x}
90 th	$\bar{x} + 1.28 \sigma_x$
95 th	$\bar{x} + 1.645 \sigma_x$
97.5 th	$\bar{x} + 1.96 \sigma_x$
99 th	$\bar{x} + 2.325 \sigma_x$

Contoh : Dari hasil pengukuran tubuh manusia Indonesia (dewasa, laki-laki, usia antara 19 s/d 40 tahun) diperoleh data yang berdistribusi normal dengan tinggi rata-rata 169.5 cm dan standard deviasi 6.9 cm. Dan ukuran 95-th percentilnya sebesar

$$95\text{-th ukuran} = \bar{x} + 1.645 \sigma_x$$

$$= 169.5 + 1.645 (6.9) = 180.85 \text{ cm.}$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

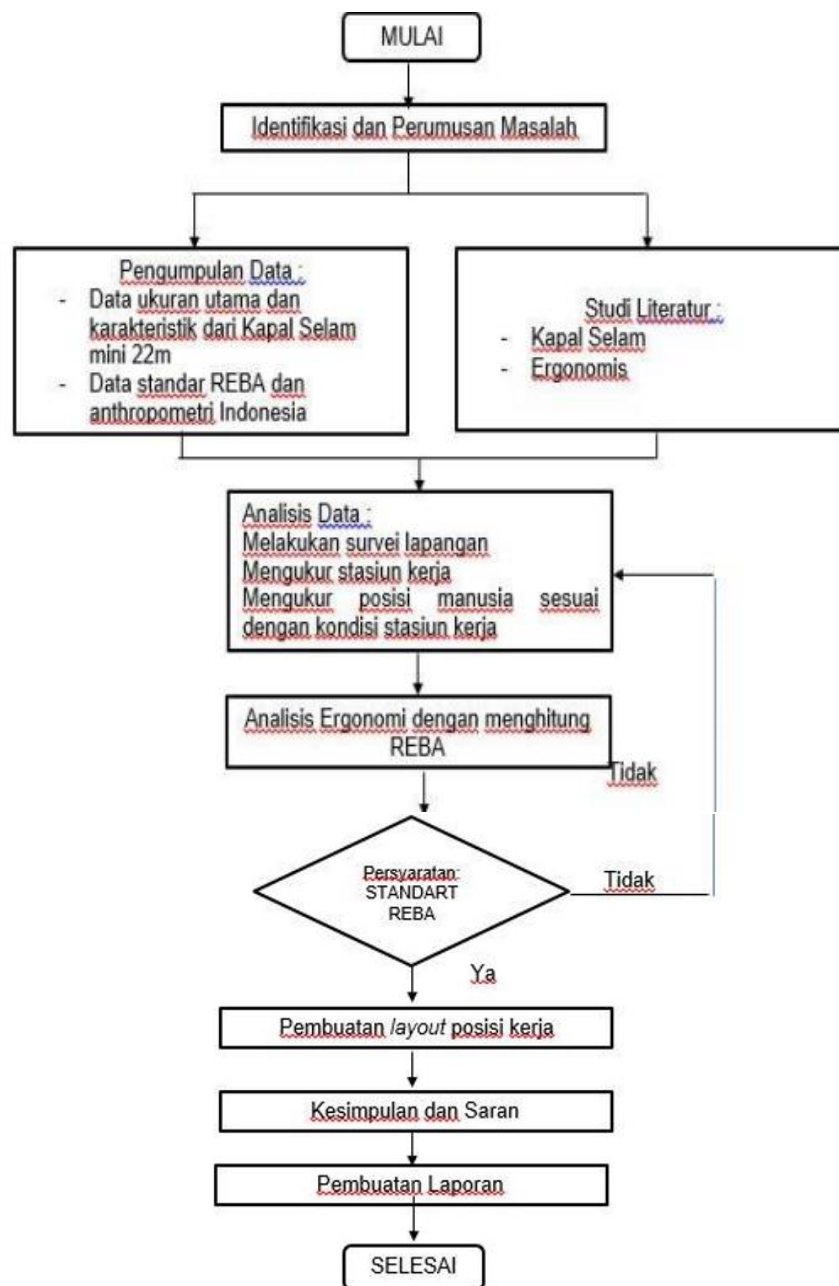
BAB III

METODOLOGI

III.1 Metode Pengerjaan

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir. Digambarkan dengan diagram alir pengerjaan pada Gambar III.1. Kemudian dijelaskan setiap poin yang ada dalam diagram alir tersebut.

III.2 Diagram Alir



Gambar III. 1 Diagram alir Pengerjaan Tugas Akhir

III.3 Langkah Pengerjaan

Secara umum tahap dari pengerjaan Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

III.3.1 Pengumpulan Data

Data yang dimaksud adalah segala data acuan yang digunakan untuk menunjang desain stasiun kerja. Data yang dibutuhkan adalah seluruh ukuran tubuh manusia mulai dari kepala hingga kaki hingga pola-pola yang sering dilakukan sesuai dengan stasiun kerja yang digunakan. Data didapat merupakan hasil dari survei lapangan yang dilakukan.

III.3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan beserta teori-teori yang terkait dengan Tugas Akhir ini. Studi yang dilakukan antara lain mengenai:

1. Kapal Selam

Studi mengenai kapal selam ini digunakan untuk mengetahui Rancangan Umum, ukuran utama dan stasiun kerja yang menjadi salah satu dasar dari pengerjaan tugas akhir ini.

2. Ergonomi

Studi mengenai ergonomi ini berkaitan dengan prinsip-prinsip yang harusnya dilakukan dalam mendesain atau memperbaiki stasiun kerja yang dianggap tidak ergonomis.

III.4 Analisis Data

Setelah data-data yang diperlukan sudah terkumpul, kemudian disesuaikan dengan literatur yang sudah dipelajari untuk dilakukan analisis data.

III.4.1 Perhitungan Ukuran Tubuh

Perhitungan ukuran tubuh manusia dilakukan dengan mengukur seluruh tubuh manusia dengan menggunakan alat yang disebut *meteran*. Perhitungan ini dilakukan dengan berbagai posisi kerja sesuai dengan stasiun kerja. Setelah itu, hasil pengukuran akan diolah dalam perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*).

III.4.2 Perhitungan REBA

REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) digunakan untuk menghitung tingkat risiko yang dapat terjadi sehubungan dengan pekerjaan yang dapat menyebabkan gangguan pada

persendian dan postur tulang belakang dengan menampilkan serangkaian tabel-tabel, setelah itu dapat diketahui toleransi posisi kerja yang aman.

III.4.3 Pembuatan Desain Stasiun Kerja

Desain stasiun kerja dibuat berdasarkan toleransi-toleransi dari nilai REBA yang telah dihitung dan ukuran stasiun kerja disesuaikan dengan prinsip-prinsip ergonomi. Proses desain ini hanya merupakan rekomendasi stasiun kerja yang seharusnya digunakan. Kemudian dilakukan perbandingan regulasi yang terkait dan akan didapatkan desain yang sesuai.

III.4.4 Pembuatan *Layout 3D*

Dari studi literatur dan desain stasiun kerja yang telah dilakukan, kemudian dilakukan pembuatan *layout 3D* dengan menggunakan *software*. Hal ini merupakan proses akhir dari pembuatan Tugas Akhir ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

TINJAUAN KAPAL SELAM MINI

IV.1 Ukuran Utama Kapal

a. *LOA (Length Over All)*

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal. sebesar 28.00 m.

b. *Diameter Press Hull*

Tinggi dan lebar keseluruhan badan kapal yang diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal yaitu sebesar 4.00 m.

c. *Sarat*

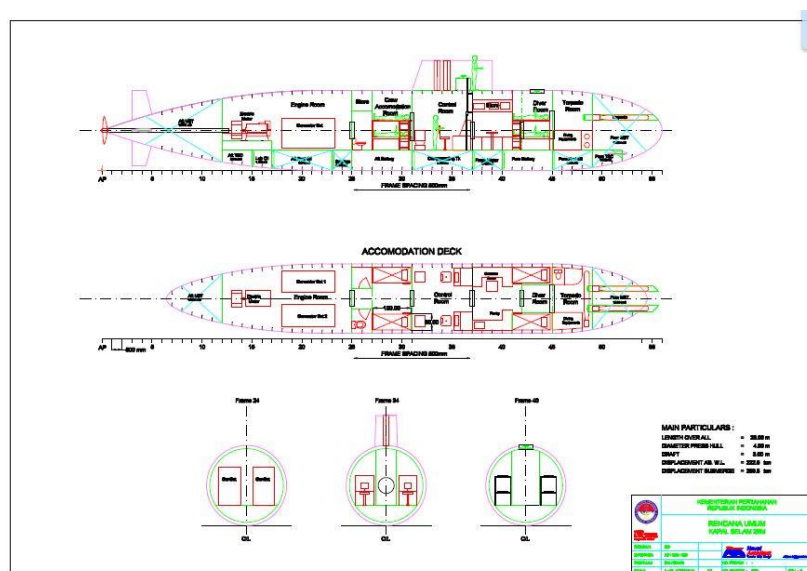
Jarak yang diukur dari sisi atas dasar atau lunas sampai ke permukaan air yaitu sebesar 3.00 m.

d. *Displacement*

Berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada di bawah permukaan air diaman kapal itu berada. Bisa dikatakan berat *displacement* adalah berat kapal beserta isinya. Untuk *displacement above waterline* dari kapal selam ini sebesar 222.6 ton sedangkan *displacement submere*-nya sebesar 269.8 ton.

e. *Rancangan Umum*

Perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya sesuai gambar IV.1. Pengaturan peletakan yang diatur dalam Rancangan Umum ini antara lain adalah pembagian lokasi ruangan kerja pada rumah geladak beserta akses masuk dan keluarnya, peletakan peralatan dan *outfitting*



Gambar IV. 1 *General Arrangement midget submarine 28m*

lainnya.

IV.2 Ruangan-ruangan Kapal Selam

IV.2.1 Gambaran umum

Kapal selam adalah kapal yang bergerak di bawah permukaan air, umumnya digunakan untuk tujuan dan kepentingan militer. Sebagian besar Angkatan Laut memiliki dan mengoperasikan kapal selam sekalipun jumlah dan populasinya masing-masing negara berbeda. Selain digunakan untuk kepentingan militer, kapal selam juga digunakan untuk ilmu pengetahuan laut dan air tawar dan untuk bertugas di kedalaman yang tidak sesuai untuk penyelam manusia.

Meskipun kapal selam mengapung dengan mudah, kapal itu mampu menyelam ke dasar samudra dan tetap berada di situ sampai berbulan-bulan lamanya. Rahasiannya terletak pada konstruksi khas dinding rangkap kapal tersebut. Ruang-ruang khusus kedap air (atau tangki pemberat) antara dinding luar dan dinding dalam dapat diisi air laut sehingga meningkatkan bobot keseluruhan dan mengurangi kemampuan mengapungnya. Dengan dorongan baling-baling ke depan dan pengarahannya bilah kemudi datar ke bawah, kapal itu menyelam.

Dinding dalam dari baja mampu menahan tekanan luar biasa di keadalaman. Setelah berada di dalam air, kapal mempertahankan posisinya dengan bantuan tangki-tangki pemberat sepanjang lunasnya. Untuk naik ke permukaan, kapal selam mengeluarkan air dari tangki pemberat. Periskop, radar, sonar, dan jaringan satelit merupakan alat navigasi utama kapal selam.

Berdasarkan pada Rancangan umum yang telah dibuat, ruangan yang ada pada kapal selam ini dibagi menjadi enam kompartemen yaitu *Engine Room*, *Crew Accommodation room*, *Control Room*, *Common room*, *Diver Room* dan *Torpedo Room*. Dan tentunya terdapat tangki-tangki yaitu tangki *ballast*, *fuel oil*, *sewage*, *battery*, *compensating*, *fresh water* dan T&C.

Kapal selam ini dirancang dengan memiliki 2 tangki *ballast* utama yaitu diburitan dan haluan kapal. Pada buritan kapal *main ballast tank* dirancang dapat menampung sebesar 18.981 m^3 air *ballast*, dan untuk bagian ceruk dirancang dapat menampung sebanyak 19.244 m^3 . *Ballast tank* difungsikan sebagai pemberat bagi kapal, kapal selam telah didesain sedemikian rupa sehingga jika tangki pemberatnya tidak terisi oleh air

(hanya terisi oleh udara), maka kapal selam tersebut akan mengapung. Pada kondisi ini, massa jenis total kapal selam lebih kecil daripada massa jenis air laut. Untuk membuat kapal selam melayang di dalam air, maka *ballast tank* diisi dengan sejumlah air dengan pertimbangan tertentu.

Terdapat 2 tangki *fuel oil* yang difungsikan sebagai tangki penyimpanan bahan bakar utama kapal selam. Untuk *after fuel oil* berkapasitas menampung sebanyak 6.276 m³ dan pada *fore fuel oil tank* berkapasitas sebanyak 4.244 m³. Pada Untuk tangki *sewage* difungsikan sebagai tangki pembuangan berupa *black water* dan *grey water*, tangki ini didesain dengan kapasitas 2.146 m³. Selanjutnya adalah tangki *compensating* dengan kapasitas yang sebesar 4.781 m³. Untuk tangki *lubricating oil* dengan kapasitas 1.766 m³ terletak tepat disamping *fuel oil tank* dan juga terdapat tangki T&C dengan kapasitas 2.014 m³ dan pada bagian haluan tangki T&C berkapasitas 1.856 m³.

Pada bagian bottom kapal selam terdapat kompartemen yang digunakan sebagai tempat penyimpanan baterai. Mesin dihidupkan jika kapal selam berada dipermukaan air untuk mengisi baterai sebagai sumber listrik menghidupkan motor elektrik untuk memutar baling-baling jika kapal menyelam.

IV.2.2 Engine Room

Kamar Mesin (*Engine Room*), suatu ruangan khusus dikapal yang didalamnya dipasang mesin-mesin yang dibutuhkan untuk operasi kapal (menjalankan kapal/berlayar) serta muatannya (muat dan bongkar), termasuk untuk penunjang kehidupan awak kapal dan orang-orang lain diatas kapal. Pada *Engine Room*, ruangan ini berukuran panjang sebesar 6.49 m lebar sebesar 3.46 m, dengan tinggi sebesar 3 m. *Engine room* pada umumnya terdapat

1. Ruang Kontrol Mesin (*Engine Control Room*), salah satu ruangan didalam kamar mesin dimana semua alat-alat kontrol mesin-mesin yang beroperasi dipasang, termasuk sistem kontrol energi listrik, agar pengawasan terhadap mesin-mesin lebih efektif dan efisien.
2. Mesin Induk (*Main Propulsion Engine*), suatu instalasi mesin yang terdiri dari berbagai unit/sistem pendukung dan berfungsi untuk menghasilkan daya dorong terhadap kapal, sehingga kapal dapat berjalan maju atau mundur.

3. Mesin-mesin Bantu (Auxiliary Engines), unit-unit dan instalasi-instalasi permesinan yang dibutuhkan untuk membantu pengoperasian kapal, termasuk untuk mesin induk, operasi muatan, pengemudian, navigasi dll., termasuk, tetapi tidak terbatas pada mesin-mesin dibawah ini.
4. Mesin Generator (Generator Engine), suatu instalasi mesin / unit penggerak generator atau pembangkit tenaga listrik, merupakan salah satu mesin bantu yang paling penting dikapal untuk menghasilkan tenaga / energi listrik. Jenis mesin ini biasanya mesin Diesel, kecuali dikapal yang menggunakan uap sebagai energi panasnya, mesin ini digerakkan dengan turbin uap.
5. Generator, bagian yang menjadi satu dengan mesin generator yang mampu membangkitkan energi atau arus listrik yang dibutuhkan untuk operasi kapal seperti menjalankan motor-motor listrik untuk mesin kemudi, pompa, kompresor udara, dll., serta untuk penerangan, pemanas, dll.,
6. Pompa-pompa (Pumps), alat untuk memindahkan zat cair seperti air tawar, air laut, bahan bakar dan lain-lain, yang biasanya dilengkapi dengan sistem perpipaan, termasuk katup isap, katup tekan dan katup-katup lain, saringan, tangki-tangki, alat-alat pengaman dll. Jenis-jenis pompa a.l.:

IV.2.3 Crew Accomodation Room

Tempat ini digunakan sebagai tempat istirahat bagi ABK kapal selam, karena ABK tidak dapat bekerja selama 24 jam penuh maka diperlukan tempat bagi mereka untuk beristirahat. Pada ruangan ini juga disediakan tempat penyimpanan untuk barang-barang bawaan ABK.

Selain sebagai tempat istirahat bagi ABK, pada ruangan ini juga didesain toilet yang sangat penting kegunaannya, toilet ini akan digunakan sebagai tempat untuk mandi dan buang air. Keberadaan toilet sangat penting karena kapal selam biasanya berada dalam laut untuk beberapa hari.

Ruangan ini sebagian besar digunakan untuk kegiatan sehari-hari, seorang manusia minimal harus memiliki waktu tidur yang cukup untuk dapat beraktifitas yang produktif dan efisien. Jam tidur minimal adalah 8 jam, maka dari itu ruangan ini sangat dibutuhkan untuk kenyamanan dan kinerja kerja ABK.

Ruangan yang terletak bersebelahan dengan *engine room* adalah *crew accommodation room* yang memiliki panjang 3.018 m, lebar 3.46 m dan tinggi 3 m. Ruangan ini dilengkapi dengan 2 tempat tidur bertingkat yang berukuran 190 x 80 cm, dan 2 toilet yang berukuran 1.23 x 1 m. tempat tidur ini berjarak 1.5 m, peletakan posisi tempat tidur dengan ruangan bisa dikatakan ergonomis karena dalam suatu ruangan harus ada kelonggaran tempat untuk melakukan aktifitas gerakan tubuh.

Namun untuk ukuran tempat tidur masih belum bisa dikatakan ergonomis karena jarak dari kepala terhadap kasur kedua minimal 20 cm agar punggung tidak membungkuk dan leher tidak menunduk sehingga pergerakan badan akan lebih *relax*. Untuk ukuran toilet seharusnya didesai tidak terlalu sempit, desain yang terlalu kecil akan membatasi pergerakan dan saluran udara akan sesak.

IV.2.4 Control Room

Sistem pengendalian merupakan sekumpulan peralatan yang bekerja sama dengan tujuan untuk mengendalikan sesuatu. Peralatan-peralatan tersebut biasanya merupakan komponen-komponen elektronik. Sebagai contohnya *control room* pada kapal selam. Ruangan ini berfungsi sebagai pusat pengendali dari seluruh kegiatan di kapal selam. Ruangan ini bisa dikatakan sebagai jantung dari kapal selam, karena sistem bisa dikendalikan dalam ruangan ini, pemantauan untuk bagian di atas laut juga dilakukan pada ruangan ini dengan menggunakan periskop.

Ruangan ini juga digunakan sebagai pusat sistem navigasi kapal yang dilengkapi dengan sistem GPS, *Inertial Guidance* dan *SONAR system*. Ketika di permukaan, sebuah Sistem Pemetaan Global (GPS) yang canggih dengan akurat menentukan letak garis lintang dan garis bujur, tetapi sistem ini tidak bisa bekerja ketika kapal selam sedang menyelam dalam air. GPS adalah satu-satunya sistem navigasi satelit yang berfungsi dengan baik. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi.

Di bawah air, kapal selam menggunakan sistem pemandu inersial (listrik, mekanik) yang menjaga jalur pergerakan kapal dari sebuah titik awal yang ditetapkan dengan menggunakan gyroscope. Sistem pemandu inersial ini tetap akurat hingga 150 jam waktu operasi dan harus kembali disetel kembali dengan sistem navigasi lain yang harus diakses di permukaan (GPS, radio, radar, satelit). Dengan adanya sistem ini, maka

kapal selam bisa ternavigasi dengan akurat dan tetap berada dalam radius seratus kaki dari tujuannya.

Untuk mengetahui letak suatu target, sebuah kapal selam menggunakan SONAR (Sound Navigation and Ranging) baik secara aktif maupun pasif. Sonar merupakan sistem yang menggunakan gelombang suara bawah air yang dipancarkan dan dipantulkan untuk mendeteksi dan menetapkan lokasi objek di bawah laut atau untuk mengukur jarak bawah laut. Sistem sonar bisa juga digunakan untuk menyempurnakan kembali sistem navigasi inersia dengan mengidentifikasi fitur-fitur dasar lautan.

Control Room memiliki ukuran panjang 2.98 m, lebar 3.46 m dan tinggi 3 m, pada ruangan ini terdapat 2 *console* yang berjarak 1.28 m, dan juga terdapat dua kursi operator. Peletakan dan ukuran *console* bisa dikatakan kurang ergonomis karena berdasarkan Rancangan Umum yang telah dibuat, tinggi *concole* tidak sampai dengan tinggi siku dari pekerjaanya, hal ini bisa menyebabkan posisi membungkuk, tidak sesuai dengan standar ergonomis yang ada. Untuk peletakan kursi kerja juga bisa dikatakan tidak ergonomis karena didesain tidak fleksibel, untuk suatu kursi kerja harus didesain dengan fleksibel dan nyaman agar pengguna bisa sedikit bersantai dalam mengerjakan pekerjaannya. Dalam mendesain kursi ini tidak boleh dibuat terlalu tinggi agar kaki tidak menggantung, dan juga tidak terlalu pendek untuk menghindari posisi leher mendangak saat bekerja. Kursi harus disessuaikan dengan posisi *concole* yang ada, dan bisa diatur ketinggiannya sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada ruangan ini juga terdapat tangga yang tehubung dengan gedalak dari kapal selam.

IV.2.5 Common Room

Ruangan ini bisa dikatakan sebagai ruangan penyimpanan bagi ABK, tempat ini digunakan untuk menyimpan bahan makanan dan bahan-bahan lainnya yang sekiranya diperlukan selama perjalanan. Selain istirahat yang cukup kinerja ABK juga harus dibarengi dengan asupan makanan yang cukup.

Pada ruangan ini dibutuhkan *fresh water* yang cukup untuk kebutuhan air minum ABK, dan untuk kebutuhan lainnya. Pada ruangan ini juga digunakan sebagai dapur untuk mengolah bahan makanan yang dibutuhkan, umumnya yang menggunakan ruangan ini adalah juru masak yang bekerja pada kapal selam.

Common room ini merupakan tempat serbaguna sebagai penyimpanan peralatan-peralatan yang dibutuhkan selama kapal menyelam, dan juga terdapat dapur yang bisa digunakan sebagai tempat penyediaan bahan makanan. Kompartemen ini berukuran panjang 4 m, lebar 3.46 dan tinggi 3 m. dalam ruangan ini terdapat meja yang berbentuk L dengan ukuran 150 x 100 x 50 cm dan tinggi 65.62 cm, meja ini digunakan sebagai tempat untuk melakukan aktifitas memasak hingga sebagai tempat penyimpanan makanan. Kemudian di bagian atas terdapat lemari yang berukuran 200 x 60 x 100 dan berjarak 1.9 m dari dasar. Peletakan lemari antung ini bisa dianggap tidak ergonomis karena peletakan yang terlalu tinggi, sehingga bagi orang yang memiliki tinggi berkisar 160-170 cm akan kesulitan untuk membukanya.

IV.2.6 Diver Room

Ruangan ini merupakan tempat istirahat khusus bagi penyelam, ruangan ini didesain tidak jauh berbeda dari *crew accommodation room*. Pada *Diver room* ini disediakan tempat tidur sebagai tempat istirahat, namun pada ruangan ini tidak disediakan toilet. Ruangan ini terletak berdekatan dengan *torpedo room* sebagai ruang penyimpanan senjata dan peralatan menyelam. Ruangan ini didesain tidak terlalu besar karena jarang digunakan untuk aktifitas sehari-hari.

Pada bagian selanjutnya adalah *diver room* yang masih tergabung dalam kompartemen ini. Ruangan ini memiliki ukuran panjang 2 m, lebar 3.64 m dan tinggi 3 m, pada *diver room* terdapat 2 tempat tidur susun dengan ukuran panjang 190 x 80 cm. tempat tidur dengan ukuran lebar 80 cm bisa dikatakan terlalu sempit, karena lebar tempat tidur yang ergonomis seharusnya memiliki lebar yang melebihi pundak manusia ditambah dengan kelonggaran untuk kebebasan bergerak saat tidur, karena disaat manusia tidur diharuskan kondisi tubuh *relax* dan dalam posisi yang nyaman.

Ruangan terakhir adalah *Torpedo room* yang berukuran panjang 2 m, lebar 3.46 m, dan tinggi 3 m. Ruangan ini difungsikan sebagai tempat penyimpanan senjata dan peralatan menyelam. Pada ruangan ini juga terdapat toilet yang berukuran 83.4 x 63.5 cm, toilet ini dikatakan tidak ergonomis karena ukuran yang terlalu sempit.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

ANALISIS ERGONOMI PADA KAPAL SELAM MINI

V. I Pendahuluan

Analisis ergonomi diawali dengan melakukan perhitungan anthropometri dengan mengukur seluruh ukuran tubuh pekerja yang digunakan sebagai dasar agar rekomendasi perbaikan stasiun kerja bisa digunakan dengan optimal. Kemudian dilakukan perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) untuk besar nilai risiko yang dihasilkan dari posisi pekerja terhadap stasiun kerja yang digunakannya.

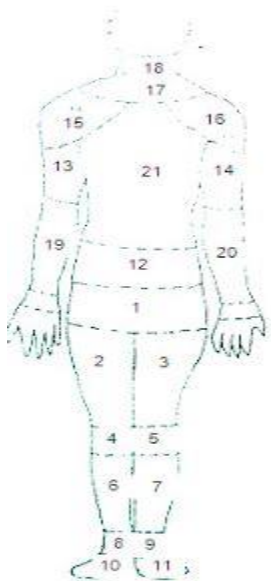
V.2 Perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

Perhitungan REBA dilakukan setelah didapatkan ukuran tubuh manusia dan posisi-posisi berdasarkan stasiun kerja. Sebelum melakukan perhitungan ada beberapa tahap awal yang harus dilakukan :

V.2.1 Data Anthropometri

Anthropometri merupakan perhitungan untuk ukuran tubuh manusia yang akan menjadi dasar pembuatan atau perbaikan stasiun kerja yang dilakukan setelah perhitungan REBA.

Tabel V. 1 Data Anthropometri ukuran tubuh



No	Bagian Tubuh	Nilai	satuan
1	Pantat (1)	15	Cm
2	Paha (2,3)	43	Cm
3	Bahu (15,16,17)	40	Cm
4	Kaki (4-11)	51	Cm
5	Pinggang (12)	22	Cm
6	Lengan Atas (13.14)	31	Cm
7	Leher (18)	9	Cm
8	Lengan Bawah (19.20)	48	Cm
9	Punggung (21)	55	Cm

V.2.1 Metode REBA

Metode ini mengevaluasi pekerjaan dengan memberikan nilai (*score*) pada 5 aktivitas level yang berbeda. Hasil nilai ini menunjukkan tingkatan atau level resiko yang dihadapi oleh karyawan dalam melakukan pekerjaannya dan terhadap beban kerja yang ditanggungnya. Resiko dari pekerjaan terkait dengan penyakit otot dan postur tubuh. Karena yang dievaluasi adalah seluruh tubuh, maka yang dievaluasi adalah pekerjaan yang membutuhkan posisi berdiri,

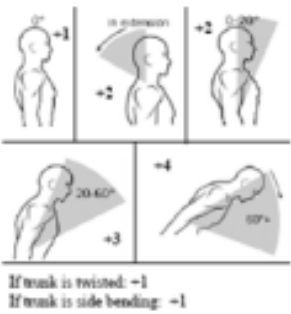

Pengembangan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) terdiri atas 3 (tiga) tahapan, yaitu:

- Mengidentifikasi kerja,
- Sistem pemberian skor,
- Skala level tindakan yang menyediakan sebuah pedoman pada tingkat yang ada, dibutuhkan untuk mendorong penilaian yang lebih detail berkaitan dengan analisis yang didapat.

Dalam proses pengerjaan REBA, digunakan *software* Ms Excel untuk mempermudah pengerjaan. Berikut ini merupakan penggunaan *software*. Berikut ini adalah penjelasan pemberian nilai :

- *Trunk* , nilainya ditentukan dari posisi badan operator seperti Tabel V.2 dibawah ini :

Tabel V. 2 Skor untuk *Trunk*

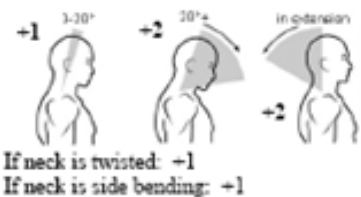

	
<p>Maka skor yang diberikan sebesar : $4+1 = 5$ (posisi punggung membungkuk lebih dari 60°)</p>	

- *Load Force* , nilainya ditentukan dari :
 - 0 bila beban < 5kg
 - 1 bila beban 5-10 kg
 - 2 bila beban > 10 kg
 - Tambah +1 untuk shock atau *rapid build up*

Maka skor yang diberikan sebesar : 2 (pekerja memiliki berat tubuh 78 kg)



- *Neck* , nilainya ditentukan dari posisi operator seperti pada tavel V.3 dibawah ini :

Tabel V. 3 Skor untuk *neck*

	
<p>Maka skor yang diberikan sebesar : 2 + 1 = 3 (posisi leher menunduk lebih dari 20°)</p>	

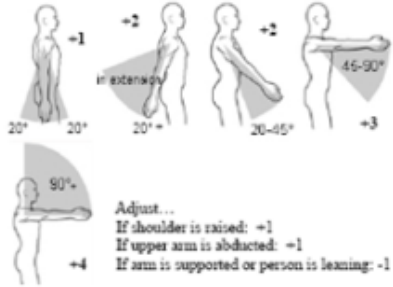

- *Legs*, nilainya ditentukan dari posisi operator seperti pada Tabel V.4 dibawah ini :

Tabel V. 4 Skor untuk *legs*

	
<p>Maka skor yang diberikan sebesar = 1 (posisi kaki tidak menekuk)</p>	

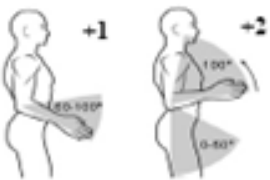

- *Upper arm*, nilainya ditentukan dari posisi operator seperti pada Tabel V.5 dibawah ini:

Tabel V. 5 Skor untuk *Upper Arm*

 <p>Adjust... If shoulder is raised: -1 If upper arm is abducted: -1 If arm is supported or person is leaning: -1</p>	
Maka nilai yang diberikan sebesar = 4 (posisi lengan atas terangkat sebesar 90°)	

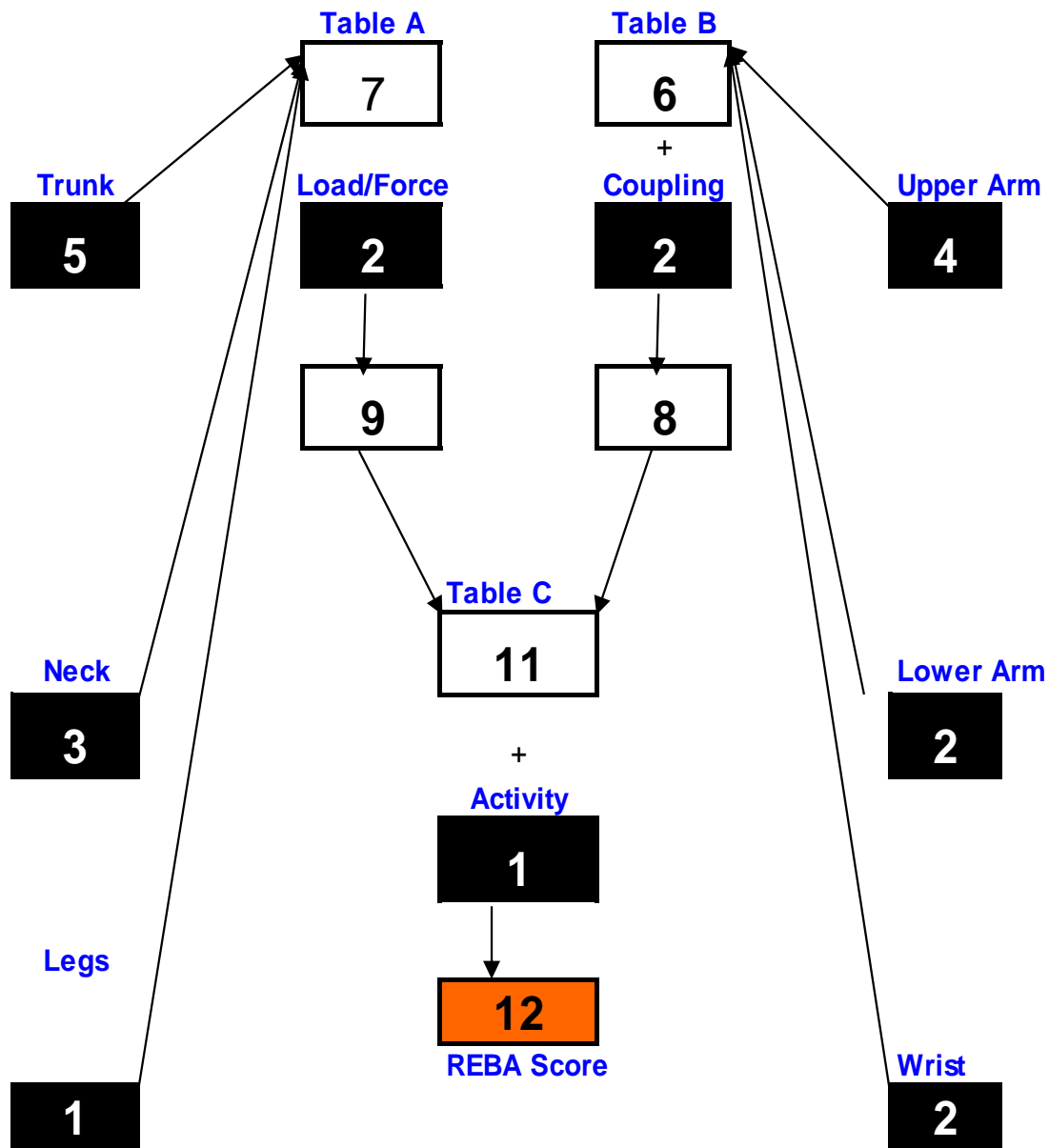
- *Coupling* , nilainya ditentukan dari :
 - 0 : *Good*, apabila handle tersebut pas dan memakai hanya setengah kekuatan genggamannya
 - 1 : *Fair*, apabila handle tersebut dapat diterima akan tetapi tidak ideal , atau coupling dapat diterima melalui bagian tubuh yang lain
 - 2 : *Poor*, apabila tangan tidak dapat menggenggam walaupun itu memungkinkan
 - 3 : *Unacceptable*, tidak aman.
- *Lower Arm* , nilainya ditentukan dari posisi operator seperti Tabel V.6 dibawah ini:

Tabel V. 6 Skor untuk *Lower Arm*

	
Maka nilai yang diberikan sebesar = 2 (posisi lengan bawah menekuk lebih dari 90°)	

- *Activity*, nilainya ditentukan dari :
 - +1 apabila hanya 1 atau lebih dari bagian tubuh yang static (memegang > 1 menit)
 - +1 apabila gerakan tersebut berulang > 4 kali per menit (tidak berjalan)
 - -1 apabila postur berubah secara cepat atau tidak stabil

Maka nilai yang diberikan sebesar = 1 (satu dari bagian tubuh yang memegang lebih dari 1 menit)



Gambar V. 1 Rekapitulasi Perhitungan REBA

- Dilakukan penilaian dengan memasukkan data untuk kombinasi pada tabel skor A dan tabel skor B

Tabel V. 7 Tabel Kombinasi Skor A

Trunk		Neck											
		1				2				3			
	Legs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3		2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4		3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5		4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
Load/Force													
0		1				2				+1			
< 10 lb (<5 kg)		10-20 lb (5-10 kg)				>20 lb (>10 kg)				Shock or rapid build up of force			

Pada Tabel V.7 menjelaskan bahwa Tabel Skor A didapatkan nilai dari posisi leher, punggung, kaki dan berat beban. Kemudian didapatkan kombinasi nilai sebesar 7. Nilai pada tabel skor A ini digunakan untuk dikmbinasikan kembali pada tabel skor C

Tabel V. 8 Tabel Kombinasi Skor B

Upper arm		Lower arm					
		1			2		
	Wrist	1	2	3	1	2	3
1		1	2	3	1	2	3
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9
Coupling							
0 - Good		1 - Fair		2 - Poor		3 - Unacceptable	
Well-fitted handle with a mid-range power grip		Hand hold acceptable but not ideal or coupling is acceptable via another part of the body		Hand hold not acceptable although possible		Awkward, unsafe grip, no handles. Coupling is unacceptable using other parts of the body	

Pada Tabel V.8 menjelaskan bahwa Tabel Skor B didapatkan nilai dari posisi lengan atas, lengan bawah, dsn pergelangan tangan. Kemudian didapatkan kombinasi nilai sebesar 6. Nilai pada tabel skor b ini digunakan untuk dikmbinasikan kembali pada tabel skor C.

- Dilakukan perhitungan dengan memasukkan kombinasi tabel skor A dan tabel skor B untuk penilaian pada tabel skor C

Tabel V. 9 Tabel C Kombinasi Skor A dan Skor B

		Score B										
Score A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Activity Score												
+1 = 1 or more body parts are static, e.g. held for longer than 1 minute				+1 = repeated small range actions, e.g. repeated more than 4 times per minute (excluding walking)				+1 = action causes rapid large range changes in posture or an unstable base				

Tabel V.9 merupakan tabel kombinasi dari nilai tabel skor A dan tabel skor B yang digunakan sebagai penunjuk nilai besar nilai risiko yang ditanggung pekerja terhadap suatu stasiun kerja.

- Berikut ini adalah penjelasan tentang *final score* pada REBA :

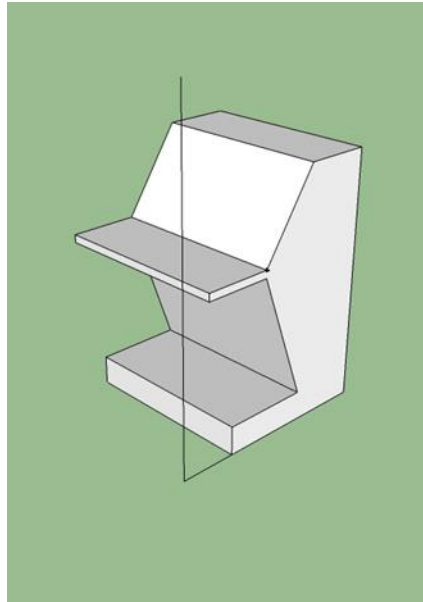
- 1 = tidak ada resiko / gerakan tersebut dapat diterima
- 2 atau 3 = *low risk*, perubahan mungkin dibutuhkan
- 4 sampai 7 = *medium risk*, investigasi lebih lanjut, segera dilakukan perubahan gerakan
- 8 sampai 10 = *high risk*, investigasi dan ubah peraturan
- 11+ = *very high risk*, ubah peraturan

Pada Gambar V.1 menerangkan bahwa telah didapatkan nilai sebesar 12 yang berarti stasiun kerja tersebut memiliki nilai risiko yang tinggi, dan dapat disimpulkan bahwa diperlukan adanya perbaikan stasiun kerja.

V.3 Perbaikan Stasiun kerja

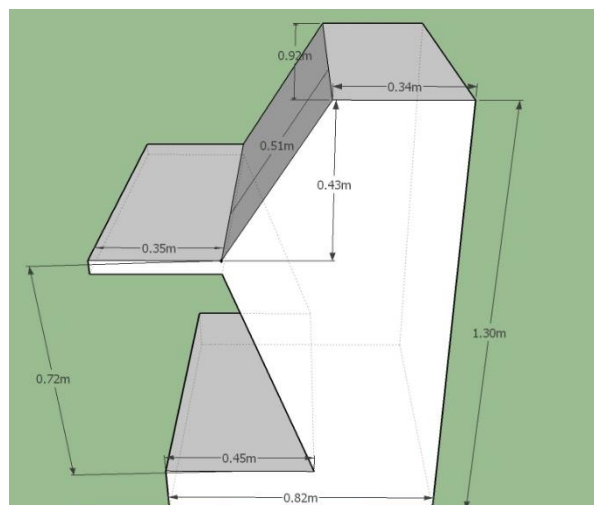
V.3.1 Console

Sesuai dengan kondisi dan perhitungan yang ada maka dapat direkomendasikan bentuk *console* seperti pada Gambar V.2 berikut



Gambar V. 2 Console

Tinggi *console* harus disesuaikan dengan sifat pekerjaan, tinggi meja dibuat 10-20 cm lebih tinggi dari tinggi siku untuk mencegah postur membungkuk. Lebar meja kerja perlu disesuaikan dengan jangkauan tangan kedepan dari pekerja. Ukuran panjang meja kerja diseusaikan dengan perputaran jangkauan tangan. Sudut jangkauan penglihatan pekerja pada bidang kerja minimal 15° dan tidak boleh lebih dari 20° .



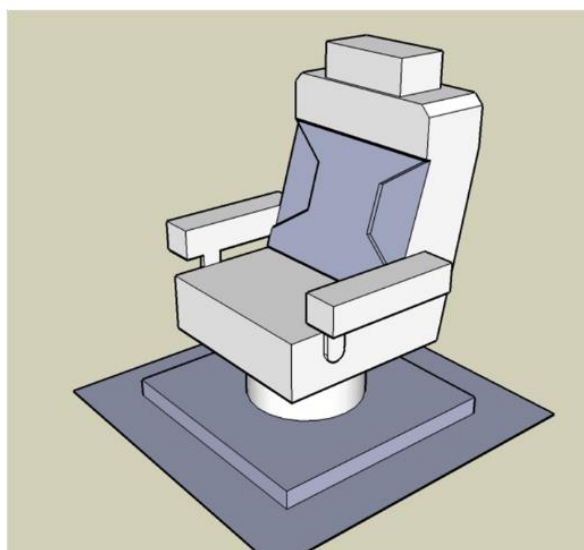
Gambar V. 3 Console dan ukuran

Gambar V.3 menjelaskan bahwa *Console* didesain dengan tinggi 130 cm untuk menghindari postur terlalu membungkuk dari pekerja yang diasumsikan setinggi 178 cm, panjang yang didesain juga tidak terlalu panjang yaitu 92 cm sehingga tangan pekerja masih bisa menjangkau keseluruhan bagian *console*, untuk *chart table* didesain dengan ukuran lebar panjang 92 cm, lebar 51 cm dan tinggi 43 cm, jarak *chart table* dari dasar 72 cm. *Chart table* pada *console* didesain tidak terlalu tinggi karena agar saat pekerja melakukan posisi berdiri tidak terlalu membungkuk, untuk kedalaman *chart table* tidak boleh terlalu lebar karena saat duduk pekerja harus bisa mengoperasikan seluruh *chart* yang ada tanpa harus membungkuk meski dalam keadaan duduk dan dengan sudut pandang tidak lebih dari 20°, maka lebar kedalaman didesain sebesar 35 cm saja.

Untuk bagian bawah *console* didesain terdapat tempat yang bisa digunakan sebagai sandaran kaki saat pekerja duduk. Sandaran kaki ini didesain setinggi 72 cm dan kedalaman selebar 45 cm. Sandaran kaki dibuat agar kaki pekerja tidak menggantung saat bekerja dan tetap dalam keadaan santai dan juga dibuat sedikit tinggi agar lutut tidak terbentur *chart table*.

V.3.2 Kursi

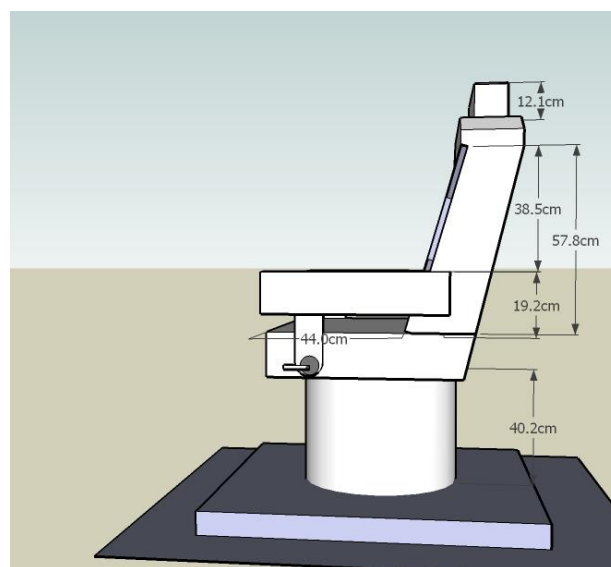
Sesuai dengan kondisi dan perhitungan yang ada maka dapat direkomendasikan bentuk *console* seperti pada Gambar V.4 berikut



Gambar V. 4 Kursi Operator

Tinggi tempat duduk dari dasar sampai permukaan alas duduk harus lebih pendek dari panjang lekuk lutut sampai dengan telapak kaki. Panjang alas duduk harus lebih pendek dari lekuk lutut sampai dengan garis punggung. Lebar tempat duduk harus lebih besar dari lebar pinggul. Sandaran punggung tidak melebihi tepi bawah ujung tulang belikat dan bagian bawahnya setinggi garis pinggul.

Sandaran tangan harus lebih besar dari lebar pinggul dan tidak melebihi lebar bahu dengan tinggi adalah setinggi siku. Sudut alas duduk harus memberikan kemudahan bagi pekerja untuk menentukan pilihan gerakan dan posisi. Alas duduk dapat dibuat kebelakang (3-5 derajat).

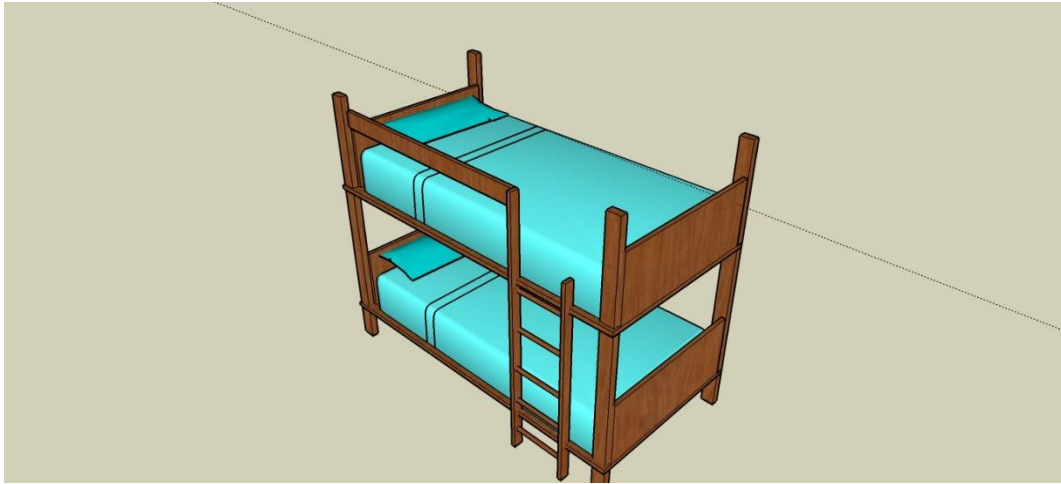


Gambar V. 5 Kursi Operator dengan ukuran

Gambar V.5 menjelaskan bahwa kursi didesain untuk bisa diatur ketinggiannya agar kaki tidak menggantung saat bekerja, tinggi normal kursi untuk pekerja dengan tinggi 178 cm adalah 40 cm. Lebar bantalan selebar 44 cm tidak melebihi tinggi dari lekuk lutut sampai pinggul. Tinggi sandaran kursi 58 cm tidak melebihi tinggi dari pinggul hingga leher. Pada kursi didesain juga sandaran untuk kepala agar pekerja lebih santai saat bekerja. Pada desain kursi ini juga harus terdapat sandaran lengan bagi pekerja dengan tinggi 19 cm dari bantalan kursi yaitu setinggi siku.

V.3.3 Tempat Tidur

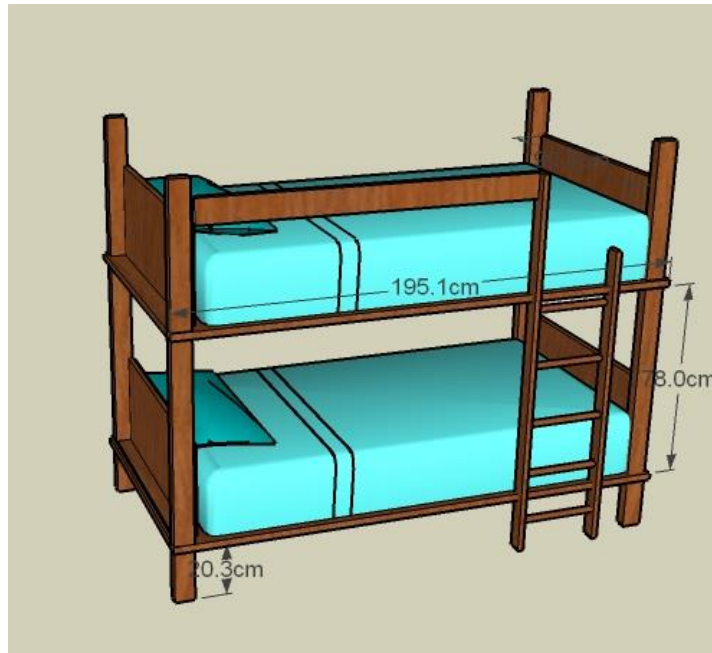
Sesuai dengan kondisi dan perhitungan yang ada maka dapat direkomendasikan bentuk tempat tidur seperti pada Gambar V.6 berikut



Gambar V. 6 Tempat Tidur Susun

Dalam perancangan tempat tidur, tempat tidur dibuat dengan panjang minimal dapat menopang keseluruhan bagian tubuh, lebar tempat tidur didesain melebihi lebar pundak hingga pingang manusia dan mempertimbangkan kelonggaran dengan tujuan kebebasan bergerak, tinggi tempat tidur yang didesain lebih pendek dari telapak kaki hingga tekuk lutut tinggi manusia untuk menghindari kaki menggantung saat melakukan posisi duduk pada tempat tidur. Jarak dari bidang pertama ke bidang kedua minimal 20 cm diatas kepala dengan posisi punggung tegak saat melakukan posisi duduk, hal ini untuk menghindari terbenturnya kepala dengan bidang kedua.

Bantalan tempat tidur yang digunakan dapat berfungsi sebagai kasur, bantalan ini harus mampu menopang berat badan manusia dan bahan yang digunakan tidak boleh terlalu empuk karena akan menyulitkan saat bangun dan tidak boleh terlalu keras karena dapat menimbulkan rasa sakit pada tubuh.



Gambar V. 7 Tempat Tidur Susun dengan ukuran

Gambar V.7 menerangkan tentang tempat tidur didesain ganda untuk menghemat tempat, tinggi tempat tidur dari dasar 23 cm sesuai dengan prinsip ergonomi kursi bahwa tinggi bantalan kursi dari dasa harus lebih rendah dari panjang lekuk lutut ke telapak kaki. Tempat tidur didesain dengan panjang 195 cm, tempat tidur didesain sedikit lebih panjang karena menghindari posisi kaki menekuk saat posisi tidur terlentang, dan juga sebagai pertimbangan kelonggaran agar pekerja bisa tidur dengan nyaman. Begitu juga dengan lebar tempat tidur ini didesain sebesar 90 cm dengan mempertimbangkan kelonggaran, karena posisi tidur harus dilakukan se-*relax* mungkin.

Jarak antara bantalan pertama dan kedua didesain setinggi 78 cm, jarak ini mempertimbangkan keleluasan badan untuk duduk dengan tegak dan agar kepala tidak terbentur saat melakukan posisi duduk ketika akan tidur maupun saat bangun tidur. Bantalan satu dan dua dihubungkan dengan tangga seperti monyet yang tidak terlalu tinggi untuk mempermudah pekerja. Tangga ini dipasang secara vertical untuk menghemat tempat.

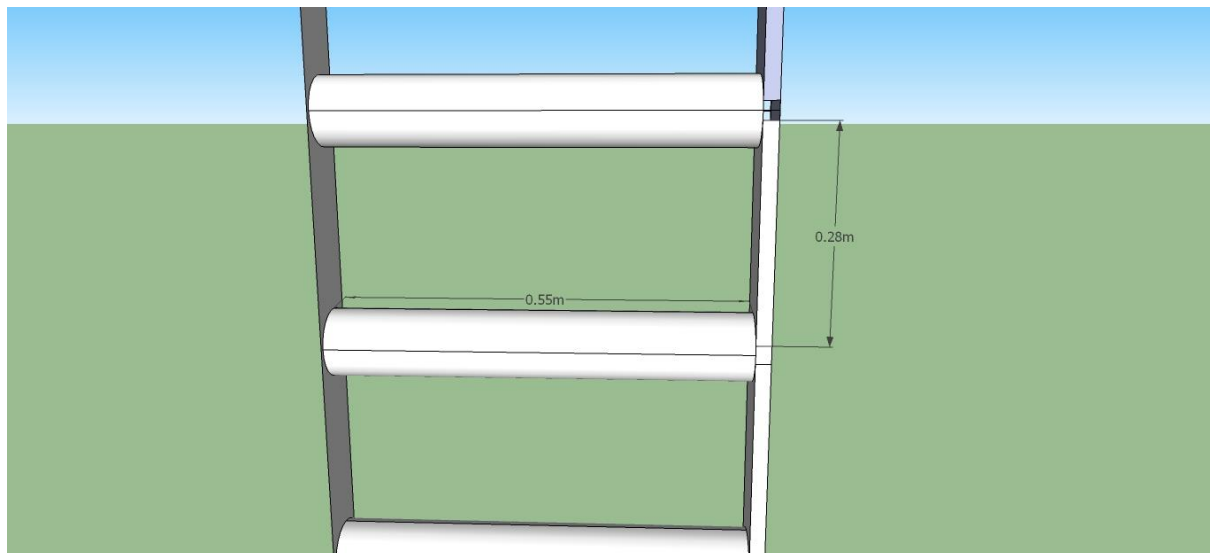
V.3.4 Tangga

Sesuai dengan kondisi dan perhitungan yang ada maka dapat direkomendasikan bentuk tangga seperti Gambar V.8 berikut



Gambar V. 8 Tangga

Tangga didesain dengan desain tangga tegak, tangga tegak ini harus memiliki lebar yang tidak melebihi lebar bahu, jarak antar anak tangga dibuat tidak boleh terlalu jauh berkisar 30-40 cm agar manusia yang berukuran tidak terlalu tinggi tidak kesulitan, anak tangga harus mampu menopang berat keseluruhan tubuh manusia. Bahan yang digunakan agak kasar agar tidak mudah terpeleset.



Gambar V. 9 Tangga dengan ukuran

Gambar V.9 menerangkan bahwa tangga didesain dengan ukuran 55 cm untuk lebarnya karena tidak melebihi lebar bahu pekerja dan tinggi anak tangga 28 cm, didesain tidak

terlalu tinggi karena untuk menghindari kejadian terpeleset karena jarak yang terlalu jauh. Tangga ini dipasang pada bagian *navigation room* yang terhubung dengan gelada katas kapal selam. Tangga ini didesain untuk bisa dinaik turunkan karena keterbatasan ruangan yang ada.

V.3.5 Toilet

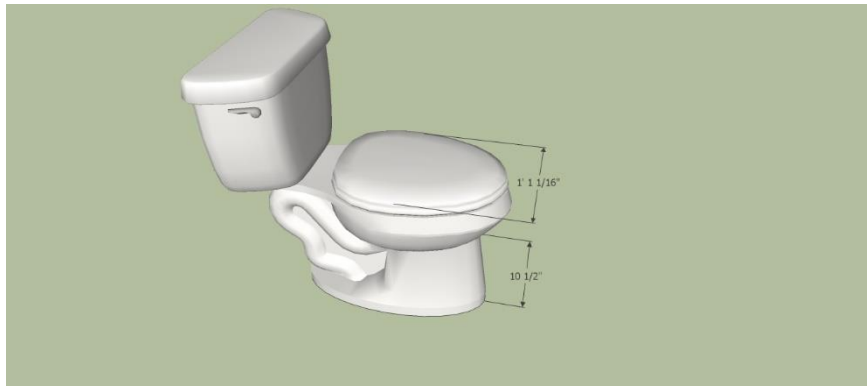
Sesuai dengan kondisi dan perhitungan yang ada maka dapat direkomendasikan bentuk toilet sepeeti pada Gambar V.10 berikut



Gambar V. 10 Toilet Duduk

Toilet didesain tinggi berkisar antara 30-40 cm agar orang yang mempunyai tinggi 160 cm dapat dengan nyaman memakainya. Toilet desain dengan memberi selang tambahan sabagai alat pembasuh tubuh yang kotor. Selang ini tidak boleh berjarak terlalu jauh dan harus mudah dijangkau. Ukuran dudukan toilet ini harus sedikit lebih lebar dari lebar pantat manusia agar bisa dapat bersantai sejenak diatas toilet. Bentuk samping toilet didesain melengkung dan tidak mendatar agar pada saat bagian tersebut dibersihkan tidak meninggalkan sisa kotoran. Hal ini juga memiliki unsur kepraktisan apabila kita suatu saat ingin membersihkan bagian samping tersebut.

Kita tidak perlu susah menggapai bagian tersebut karena bagiannya tidak rata atau terlalu simetris yang membuat pada saat pembersihan bagian samping itu menjadi lama dan menyulitkan. Bahan yang dipakai cukup keras sehingga tidak mudah pecah dan tahan apabila menopang sesuatu yang cukup berat.



Gambar V. 11 Toilet duduk dengan ukuran

Toilet didesain dengan ukuran tinggi 23 cm dari dasar, tinggi didesain tidak terlalu tinggi karena agar pekerja yang memiliki ukuran tubuh lebih pendek bisa nyaman memakainya. Dan dengan lebar 38 cm, lebar toilet dibuat sedikit lebih besar agar pekerja bisa merasa sedikit bersantai dengan keterbatasan ruang ddapat dilihat pada Gambar V.11.

Bentuk samping toilet didesain melengkung dan tidak mendatar agar pada saat bagian tersebut dibersihkan tidak meninggalkan sisa kotoran dan toilet didesain untuk posisi duduk agar pekerja bisa bersantai sejenak.

V.4 Regulasi yang Berkaitan

a. DNV GL (*Nautical Safety-Offshore Service Vessels*)

Section 1.B 100 *Scope of the Rules*

101. permintaan yang diberikan dalam tiap *section* elemen-elemen dari *brigde system* berpengaruh terhadap keselamatan navigasi seperti yang jelaskan pada A200 dan mengatur area-area berikut dengan tujuan mengurangi kemungkinan pada *brigde system* :

- Desain tempat kerja, berdasarkan analisis fungsi yang dilakukan dalam berbagai kondisi operasi dan bantuan teknis yang dipasang.
- *brigde working environtment*, berdasarkan faktor pengaruhnya terhadap performa operator.
- rentang instrumentasi, berdasarkan kebutuhan informasi dan pekerjaan efisien demi setiap tugas.
- kesesuaian peralatan yang dipasang pada semua jenis peralatan, berdasarkan *owner requirement* untuk menjamin kecocokan dalam bebagai kondisi lingkungan.
- performa berbagai jenis *bridge equipment* berdasarkan fungsinya.

- Hubungan manusia dan mesin, berdasarkan analisis terhadap keterbatasan manusia dan memenuhi prinsip-prinsip ergonomis.
- percobaan dan pengujian berdasarkan kebutuhan menjamin sistem teknis bekerja sesuai dengan *spec* yang disetujui sebelum diandalkan dan digunakan dalam operasi praktis.

C. 130 Aplikasi ergonomis melibatkan factor manusia dalam analisis dan desain tempat kerja dan peralatannya.

Section 3. A 200 General Workstation Requirement

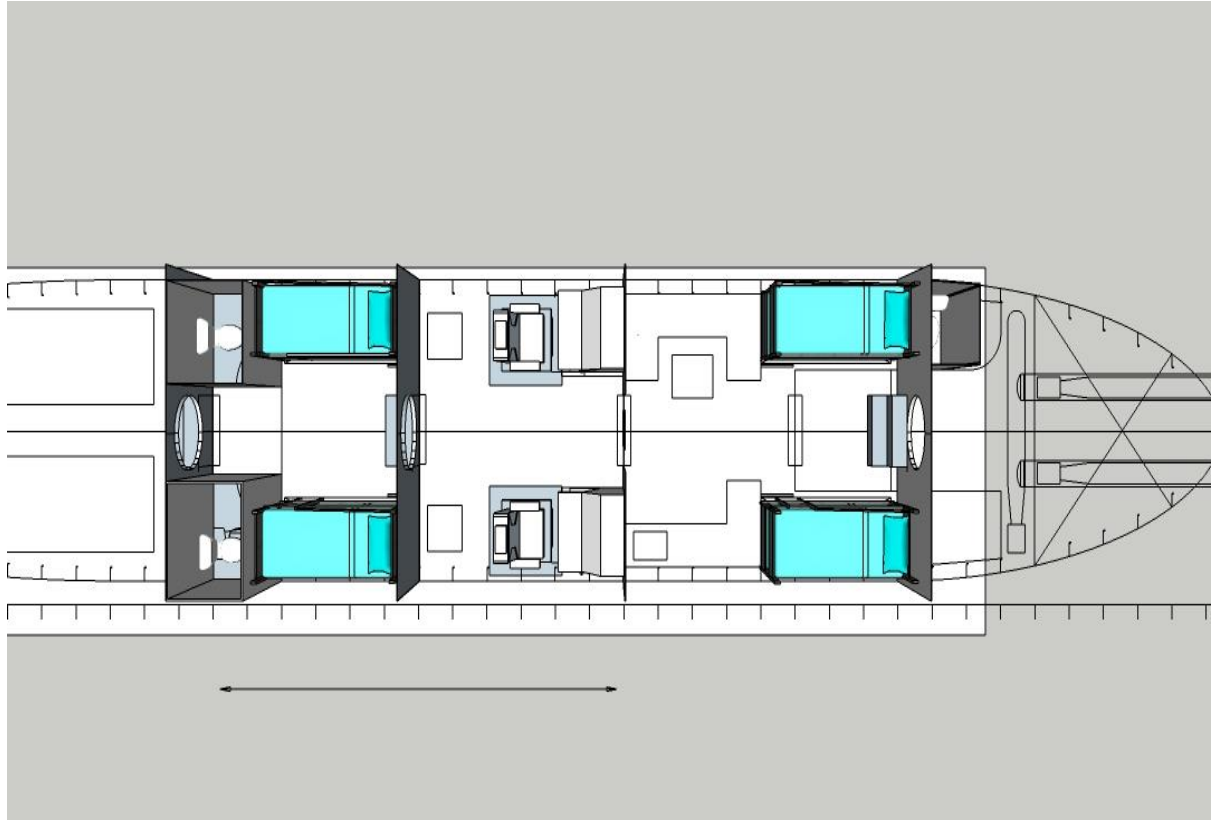
201. Tempat kerja dan *concole* harus diatur dan didesain secara ergonomis untuk mengoptimalkan kondisi kerja pengguna dan meminimalkan pekerjaan yang tidak perlu.

202. Tempat kerja yang didesain fungsional untuk memenuhi persyaratan operasional dan ergonomis harus menyediakan :

- Area yang cukup untuk melakukan tugas-tugas yang dilakukan oleh jumlah orang yang dibutuhkan.
- Menyediakan tempat kerja individu dengan tujuan memaksimalkan distribusi tugas.
- *Console* didesain untuk beroperasi pada posisi spesifik seperti berdiri dan duduk.
- Instalasi peralatan harus berada dalam jangkauan posisi kerja. Menghindari gangguan pandangan melalui jendela dari posisi operator.
- Kursi-kursi apabila dipasang, didesain memenuhi persyaratan ergonomis untuk penggunaan peralatan yang efisien yang dipasang di *console* di tempat kerja dan dapat diatur untuk perawatan *required fields of vision*.

V.5 Layout 3D Stasiun Kerja

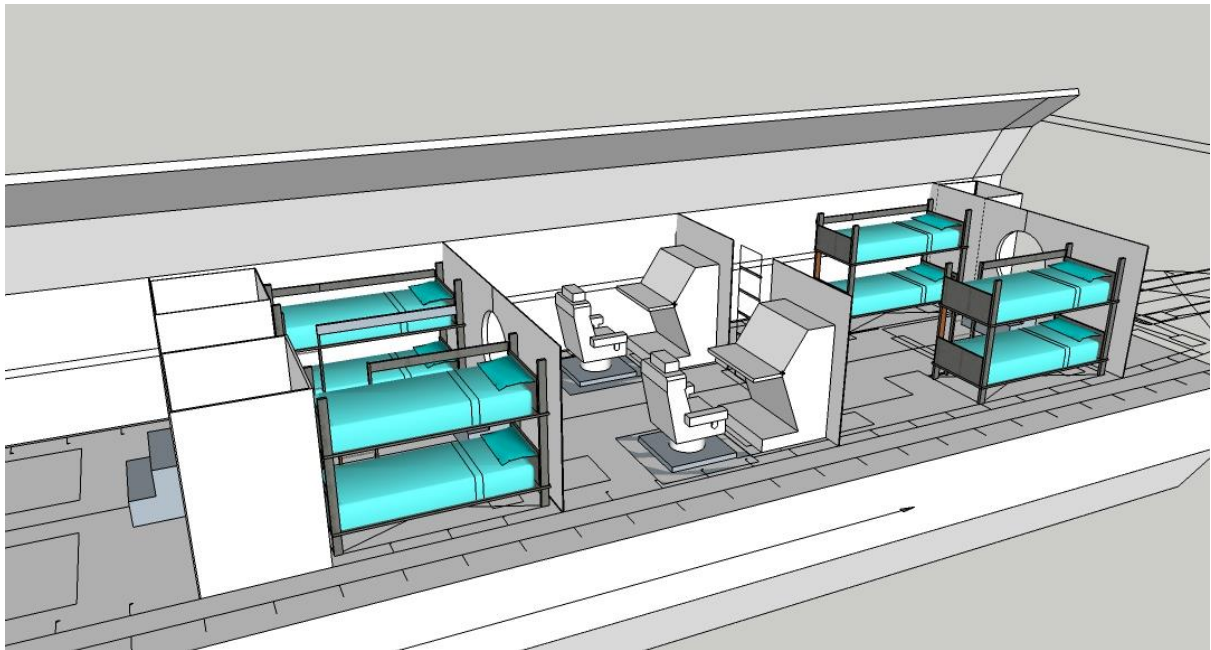
Setelah dilakukan perbaikan stasiun kerja, kemudian dilakukan peletakan pada bagian-bagian kapal selam. Sesuai dengan Rencana Umum yang telah dibuat, rekomendasi perbaikan stasiun kerja diletakkan sesuai dengan lokasi yang sudah didesain sebelumnya.



Gambar V. 12 *Layout 3D stasiun kerja*

Pada Gambar V.12 merupakan *layout 3D* stasiun kerja yang dilihat dari pandangan atas dengan jumlah perbaikan stasiun kerja sebanyak 5 jenis, perbaikan yang dilakukan adalah perbaikan pada *console* dan kursi, kemudian tempat tidur, tangga pada *navigation room* yang bisa dinaik turunkan sesuai dengan kebutuhan. Dan yang terakhir adalah perbaikan toilet. Langkah-langkah pembuatan *layout* ini adalah meletakkan semua stasiun kerja sesuai dengan Rencana Umum.

Seperti pada peletakan *console* dan kursi kerja yang telah dilakukan perbaikan, 2 *console* dan 2 kursi kerja diletakkan pada *navigation room* sesuai dengan Rencana Umum yang telah dibuat yaitu kanan dan kiri. Untuk *navigation room* selain terdapat *console* dan kursi kerja juga terdapat tangga yang menghubungkan antara *accommodation deck* dengan gelada atas kapal selam.



Gambar V. 13 *layout* 3D stasiun kerja kapal selam yang telah dilakukan perbaikan

Kemudian dua tempat tidur susun yang diletakkan pada *crew accommodation room* untuk bagian kanan dan kiri kapal selam, selanjutnya pada bagian ujung *crew accommodation room* juga terdapat dua toilet yang diletakkan pada kanan dan kiri. Dan juga terdapat dua tempat tidur susun di *diver room* yang diletakkan setelah *common room* dan terdapat satu toilet pada bagian *torpedo room* yang letaknya tepat bersebelahan dengan *diver room*. Dapat dilihat pada Gambar V.13 yang merupakan tampak samping dari *layout 3D* yang dibuat.

V.6 Hasil Perbaikan

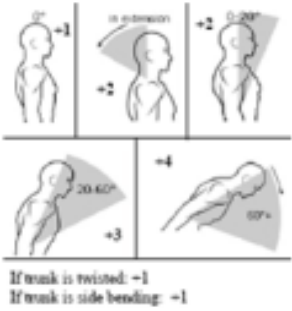
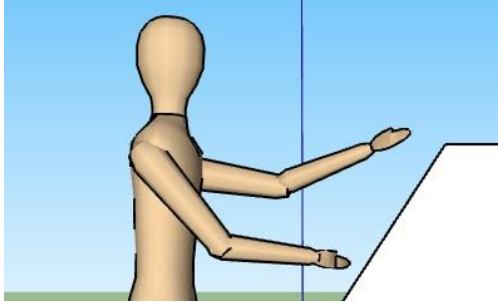
Setelah dilakukan perbaikan berdasarkan perhitungan REBA kemudian dilakukan perbandingan dengan tujuan untuk mengetahui perbaikan desain yang dibuat telah memiliki nilai risiko rendah dan telah ergonomis. Perbandingan ini dilakukan dengan cara melakukan perhitungan REBA ulang.

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara Rencana Umum sebelum dilakukan perbaikan dengan setelah dilakukan perbaikan, beberapa stasiun kerja akan memiliki dimensi ukuran yang berbeda dari sebelumnya karena perbaikan dibuat berdasarkan ukuran tubuh pekerja yang mengoperasikannya.

V.6.1 Perhitungan REBA Setelah Perbaikan


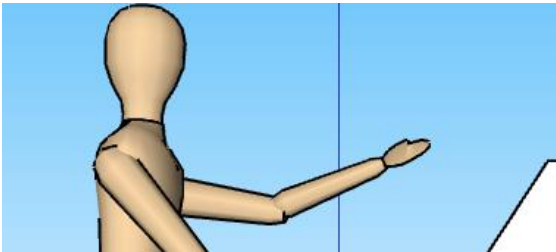
- Perhitungan *Trunk*, perhitungan ini digunakan untuk menilai posisi punggung saat bekerja yang dapat dilihat pada Tabel V.10.

Tabel V. 10 Skor untuk *Trunk*

 <p>If trunk is twisted: -1 If trunk is side bending: -1</p>	
<p>Maka skor yang diberikan sebesar : $2+1= 3$ (posisi punggung tidak sampai membungkuk)</p>	

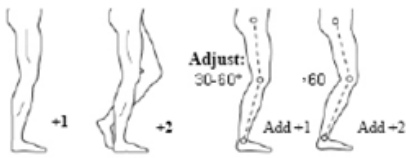
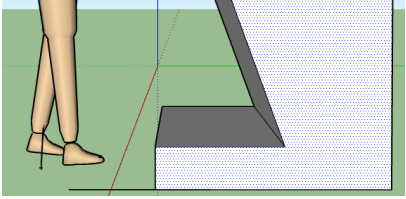
- Perhitungan *Neck*, perhitungan ini digunakan untuk posisi leher saat menggunakan stasiun kerja yang dapat dilihat pada Tabel V.11

Tabel V. 11 Skor untuk *Neck*

 <p>If neck is twisted: +1 If neck is side bending: +1</p>	
<p>Maka skor yang diberikan sebesar : $1 + 1 = 2$ (posisi leher tidak sampai menunduk lebih dari 20°)</p>	

- Perhitungan *Legs*, perhitungan pada Tabel V.12 digunakan untuk menentukan nilai posisi kaki terhadap suatu stasiun kerja.

Tabel V. 12 Skor untuk *Leg*

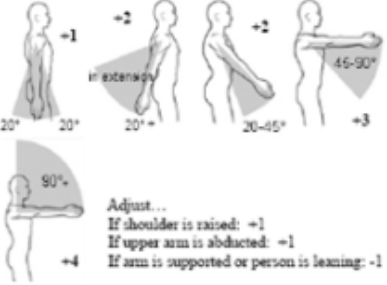
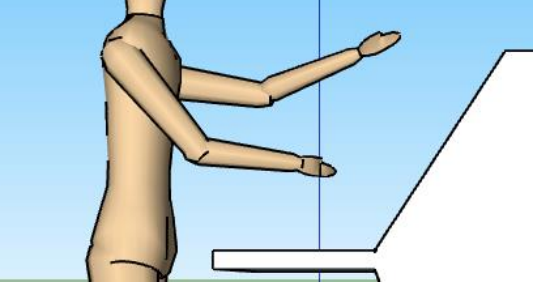
	
Maka skor yang diberikan sebesar = 1 (posisi kaki tidak menekuk)	

- *Load Force* , nilainya ditentukan dari :
 - 0 bila beban < 5kg
 - 1 bila beban 5-10 kg
 - 2 bila beban > 10 kg
 - Tambah +1 untuk shock atau *rapid build up*

Maka skor yang diberikan sebesar : 2 (pekerja memiliki berat tubuh 78 kg)

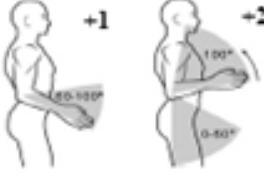
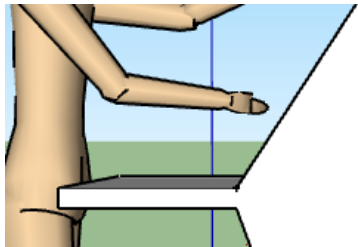
- Perhitungan *Upper Arm*, pada Tabel V.13 didapatkan nilai untuk posisi lengan atas terhadap suatu stasiun kerja.

Tabel V. 13 Skor untuk *Upper Arm*

	
Maka nilai yang diberikan sebesar = 2 (posisi lengan atas terangkat sebesar 30°)	

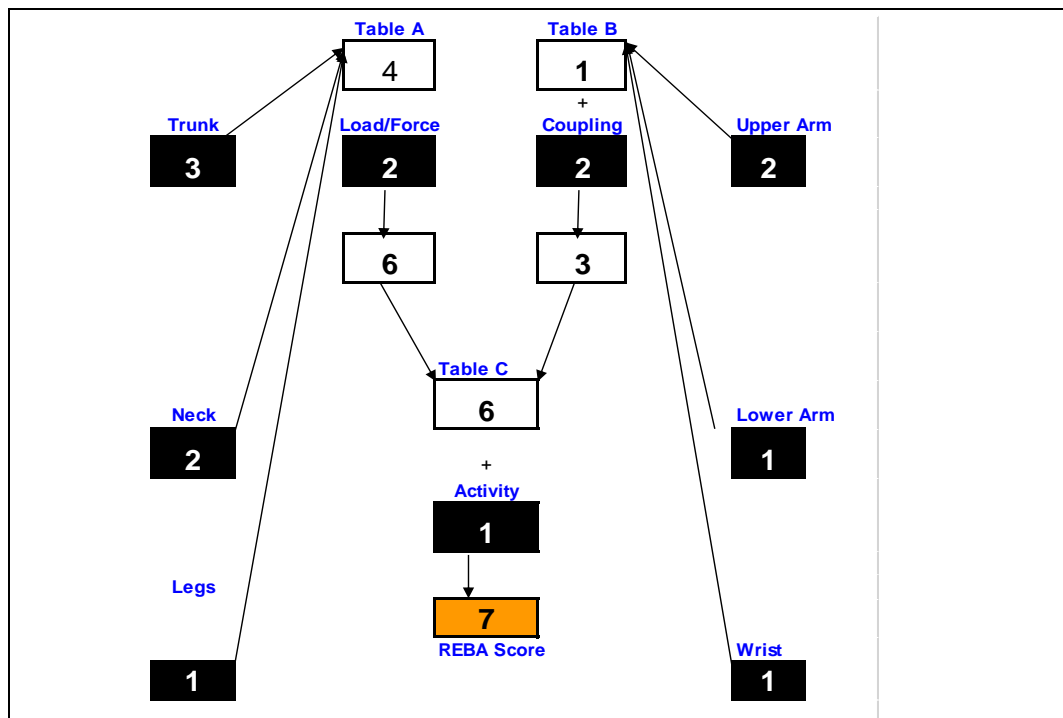
- Perhitungan *Lower Arm*, nilai dari posisi lengan bawah terhadap stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel V.14

Tabel V. 14 Skor untk *Lower Arm*

	
<p>Maka nilai yang diberikan sebesar = 1 (posisi lengan bawah menekuk sebesar 50°)</p>	

- *Activity*, nilainya ditentukan dari :
 - +1 apabila hanya 1 atau lebih dari bagian tubuh yang static (memegang > 1menit)
 - +1 apabila gerakan tersebut berulang > 4 kali per menit (tidak berjalan)
 - -1 apabila postur berubah secara cepat atau tidak stabil

Maka nilai yang diberikan sebesar = 1 (satu dari bagian tubuh yang memegang lebih dari 1 menit).



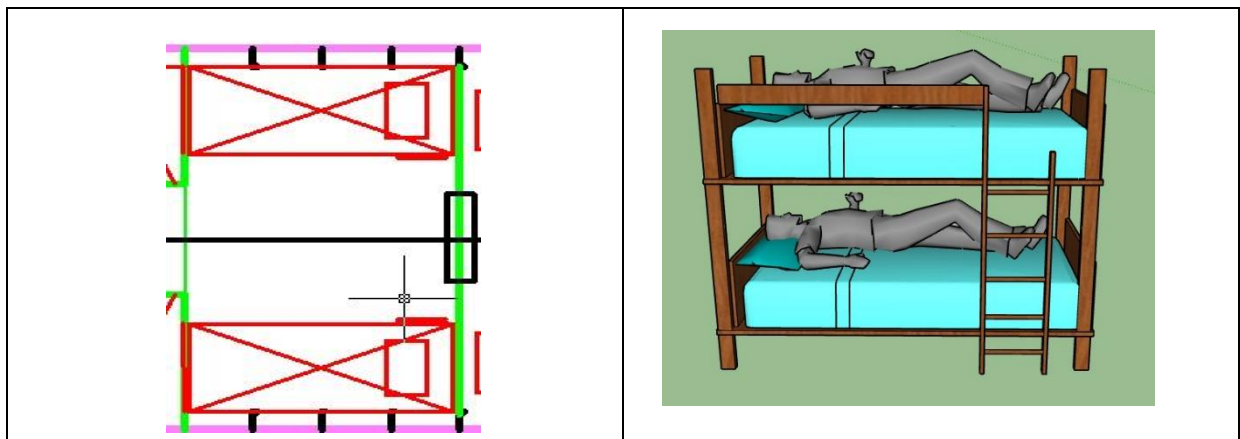
Gambar V. 14 Hasil REBA setelah perbaikan

- Berikut ini adalah penjelasan tentang *final score* pada REBA :

1	= tidak ada resiko / gerakan tersebut dapat diterima
2 atau 3	= <i>low risk</i> , perubahan mungkin dibutuhkan
4 sampai 7	= <i>medium risk</i> , investigasi lebih lanjut, segera dilakukan perubahan gerakan
8 sampai 10	= <i>high risk</i> , investigasi dan ubah peraturan
11+	= <i>very high risk</i> , ubah peraturan

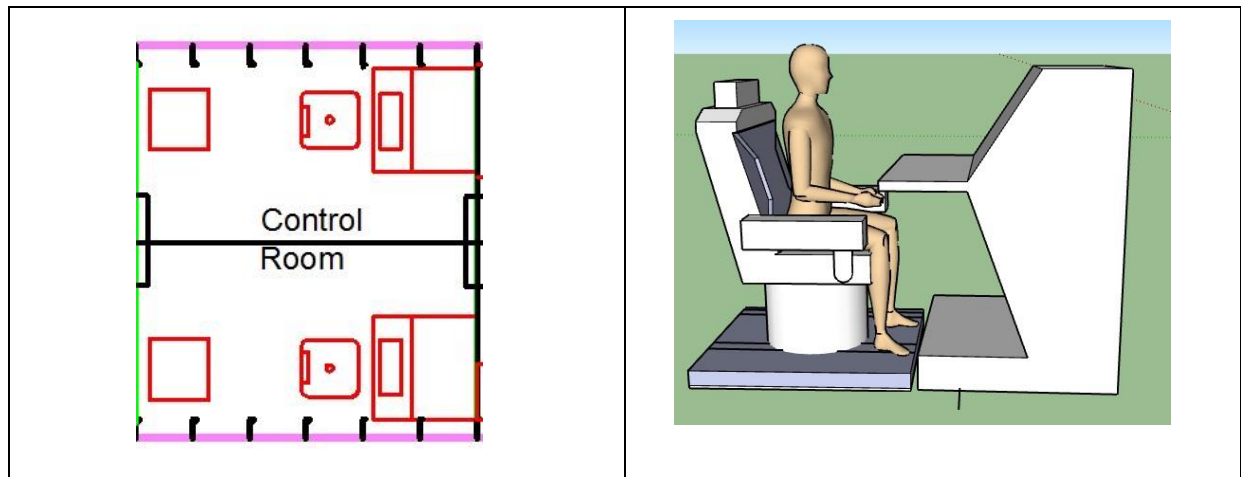
Pada Gambar V.14 dijelaskan bahwa nilai risiko setelah perbaikan sebesar 7, nilai ini didapat dari tabel kombinasi skor C pada Tabel V.9. Nilai risiko ini menerangkan bahwa stasiun kerja tersebut memiliki nilai risiko medium, berarti hanya akan dilakukan perubahan posisi kerja tanpa dilakukan perbaikan stasiun kerja.

V.6.2 Perbandingan *layout*



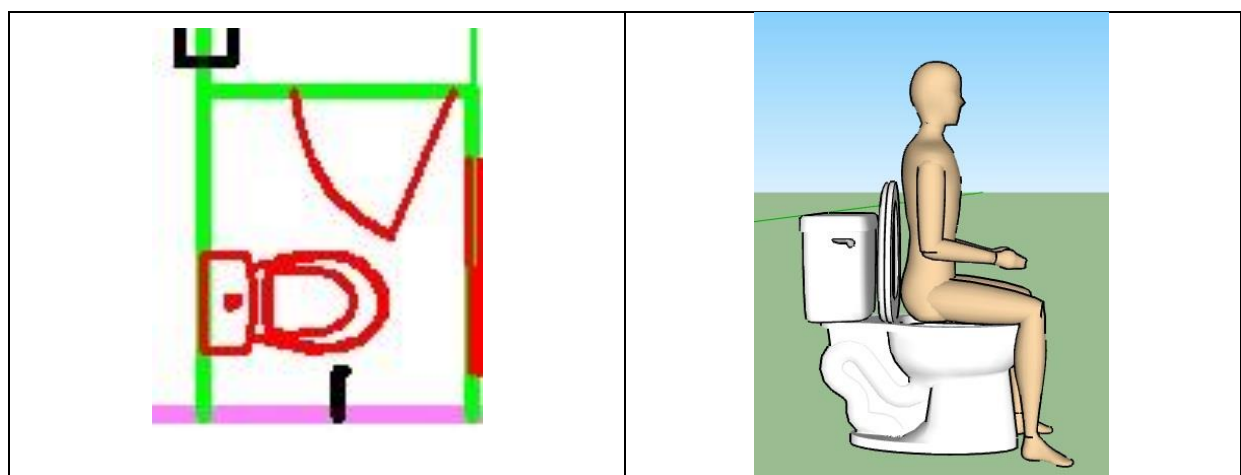
Gambar V. 15 Perbandingan tempat tidur sebelum dan setelah perbaikan

Perubahan yang dilakukan pada tempat tidur di *crew accommodation room* dan *diver room* adalah lebar tempat tidur yang awalnya hanya 80 cm menjadi 90 sebagai penambahan faktor kelonggaran untuk kebebasan bergerak pekerja. Dan tinggi dari dasar tempat tidur ke bidang pertama setinggi 120 cm menjadi 40 cm agar kaki tidak menggantung saat pekerja melakukan posisi duduk pada tempat tidur, dapat dilihat pada Gambar V.15.



Gambar V. 16 Perbandingan *Concole* dan kursi operator setelah dan sebelum perbaikan

Dapat dilihat pada Gambar V.16 adalah perbandingan pada *console* dan kursi operator. Pada ukuran awal *console* memiliki lebar 100 cm di diperkecil menjadi 92 cm agar tangan pekerja dapat menjangkau keseluruhan meja, dan tinggi *concole* yang awalnya 150 cm menjadi 130 cm disesuaikan dengan tinggi siku pekerja agar gerak lengan tidak terlalu menekuk keatas. Perubahan ukuran dimensi pada tinggi kursi operator yang awalnya 110 cm diperpendek menjadi 40 cm agar kaki pekerja tidak menggantung dan lebar kursi operator 100 cm diperkecil menjadi 44 cm tidak melebihi lebar pundak pekerja dan juga ditambahkan dengan sandran lengan pada kedua sisi kursi setinggi siku pekerja.



Gambar V. 17 Perbandingan toilet sebelum dan setelah perbaikan

Gambar V.17 merupakan perbandingan pada toilet dengan tinggi dari dasar 60 cm diperbaiki menjadi 28 cm agar pekerja yang tidak terlalu tinggi juga dapat dengan nyaman

menggunakannya, lebar toilet yang awalnya 70 cm di perkecil menjadi 38 cm disesuaikan dengan lebar pinggul pekerja yang sedikit dilebarkan.


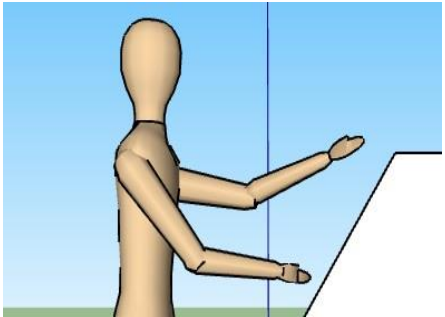
V.6.3 Perbandingan REBA

Metode ini mengevaluasi pekerjaan dengan memberikan nilai (*score*) pada 5 aktivitas level yang berbeda. Hasil nilai ini menunjukkan tingkatan atau level resiko yang dihadapi oleh karyawan dalam melakukan pekerjaannya dan terhadap beban kerja yang ditanggungnya. Maka setelah dilakukan perbaikan kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil perhitungan sebelumnya untuk membuktikan bahwa perbaikan desain yang dilakukan sudah menurunkan tingkat nilai risiko.

1. Posisi *trunk*

Pada Tabel V.15 menjelaskan tentang perbandingan posisi punggung sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan stasiun kerja.

Tabel V. 15 Perbandingan posisi *trunk*

	
Pada perhitungan sebelumnya posisi punggung di nilai sebesar 5 dan setelah dilakukan perbaikan nilai menjadi 3	

2. Posisi Neck

Pada Tabel V.16 menjelaskan tentang perbandingan posisi leher sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan stasiun kerja.


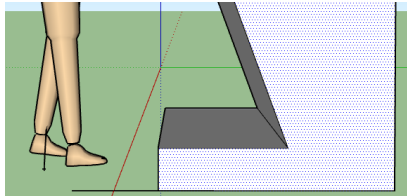
Tabel V. 16 Perbandingan posisi *Neck*

	
<p>Pada perhitungan sebelumnya posisi punggung di nilai sebesar 3 dan setelah dilakukan perbaikan nilai menjadi 2</p>	

3. Posisi *Leg*

Pada Tabel V.17 menjelaskan tentang perbandingan posisi kaki sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan stasiun kerja.


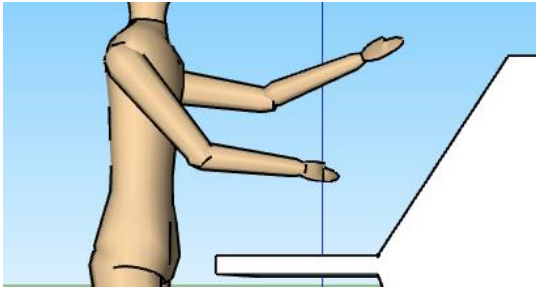
Tabel V. 17 Perbandingan Posisi kaki

	
<p>Pada perhitungan sebelumnya posisi punggung di nilai sebesar 1 dan setelah dilakukan perbaikan nilai menjadi 1 karena posisi kaki tidak berubah</p>	

4. Posisi *Upper Arm*

Pada Tabel V.18 menjelaskan tentang perbandingan posisi lengan atas sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan stasiun kerja.

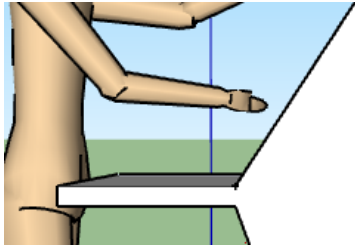
Tabel V. 18 Perbandingan Posisi Lengan Atas

	
<p>Pada perhitungan sebelumnya posisi punggung di nilai sebesar 4 dan setelah dilakukan perbaikan nilai menjadi 2</p>	

5. Posisi *Lower Arm*

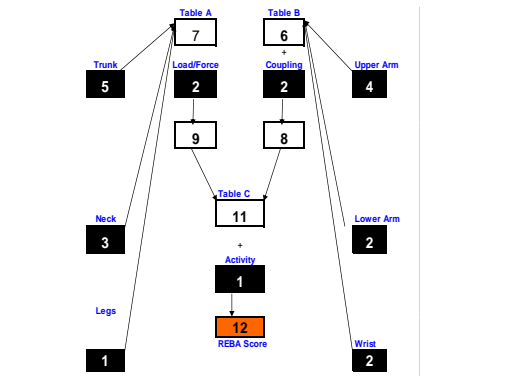
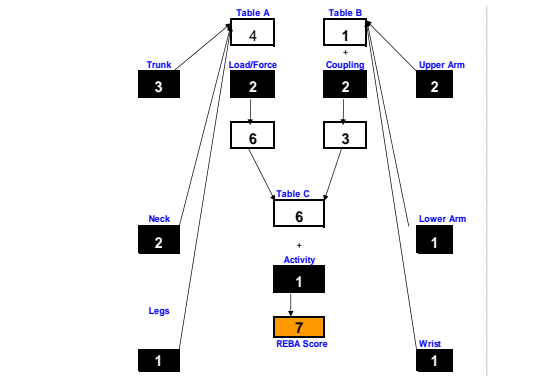
Pada Tabel V.19 menjelaskan tentang perbandingan posisi lengan bawah sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan stasiun kerja.

Tabel V. 19 Perbandingan Posisi Lengan Bawah

	
<p>Pada perhitungan sebelumnya posisi punggung di nilai sebesar 2 dan setelah dilakukan perbaikan nilai menjadi 1</p>	

6. Hasil Akhir REBA

Tabel V. 20 Perbandingan Hasil Akhir REBA

	
---	--

Tabel V.20 menunjukkan nilai perbandingan REBA sebelum dan sesudah dilakuannya perbaikan stasiun kerja dimana sebelumnya berdasar Gambar V.1 didapatkan hasil akhir REBA sebesar 12 yang diartikan bahwa stasiun kerja sangat berisiko tinggi terhadap pekerja, dan setelah dilakukan perbaikan stasiun kerja didapatkan hasil akhir sebesar 7 yang ditunjukkan pada Gambar V. 14 diartikan bahwa stasiun kerja tersebut memiliki nilai risiko medium, nilai tersebut menunjukkan pekerja hanya perlu melakukan perubahan posisi kerja tanpa dilakukan perbaikan stasiun kerja.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari tugas akhir ini, dapat disimpulkan bahwa

1. Dari pemahaman studi literatur yang dilakukan, posisi kerja pada penggunaan stasiun kerja ergonomis sangat berpengaruh dalam produktivitas dan kinerja pekerja. Apabila pekerja bekerja dengan posisi tubuh dan gerakan yang salah dalam waktu lama, maka akan menimbulkan ketidak nyamanan yang dapat memicu terjadinya kelelahan, penurunan konsentrasi sehingga menyebabkan penurunan produktivitas, kinerja hingga *human error*.
2. Untuk melakukan analisis ergonomi dibutuhkan adanya perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) yaitu perhitungan tingkat risiko yang ditanggung pekerja untuk posisi tubuh dan olah gerak pada penggunaan stasiun kerja. Berdasarkan perhitungan REBA pada literatur REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) *Applied Ergonomics Vol.31* oleh Hignett.S dan MCAtemney, tingkat risiko yang didapat sebesar 12, yang menunjukkan bahwa stasiun kerja yang digunakan sangat berisiko tinggi dan diperlukan adanya perbaikan stasiun kerja.
3. Dari perhitungan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) dan Anthropolometri ukuran tubuh pekerja, maka dibuat desain stasiun kerja yang bisa menurunkan nilai risiko. Stasiun kerja yang diperbaiki berjumlah 5 yaitu, *console* yang berada pada *navigation room*, dan kursi yang berada pada *navigation room* pula. Selanjutnya adalah perbaikan tempat tidur ganda pada *crew accomodation room* dan *diver room*, begitu juga tangga yang ada pada *navigation room* juga dilakukan perbaikan. Dan perbaikan terakhir dilakukan pada toilet yang terletak pada *crew accomodation room* dan *torpedo room*. Desain stasiun kerja yang telah dibuat dilampirkan pada lampiran.
4. Setelah dilakukan perbaikan untuk setiap stasiun kerja selanjutnya stasiun kerja akan diletakkan sesuai dengan rancangan umum yang sudah dibuat sebelumnya, peletakan ini disebut dengan desain *layout 3D* . desain *layout 3D* yang dilakukan dilampirkan pada lampiran.

VI.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dikarenakan keterbatasan waktu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, maka tidak dilakukan proses wawancara terhadap beberapa pekerja, perlu dilakukan wawancara terhadap beberapa pekerja untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh posisi kerja dan penggunaan stasiun kerja terhadap terjadinya kelelahan dan penurunan produktivitas kerja hingga *human error*.
2. Permasalahan pada Tugas Akhir ini merupakan tidak dilakukannya perhitungan anthropometri secara lengkap, maka untuk memperjelas nilai ergonomis dari suatu stasiun kerja perlu dilakukan perhitungan anthropometri untuk setiap stasiun kerja.
3. Untuk mendapatkan perhitungan yang valid pada ukuran tubuh manusia, perlu dilakukannya perhitungan RULA yang lebih menekankan pada postur tubuh manusia dalam bergerak.

DAFTAR PUSTAKA

- ABS, A. B. (2015). *Underwater Vehicles, Systems and Hyperbaric Facilities. Dalam A. B. Shipping, Rules for Building and Classing*. New York: American Bureau of Shipping.
- Adiatmika, I., & Manuaba, a. (n.d.).
- Adiatmika, I., Manuaba, A., Adipura, N., & Sutjana, D. (2003). PERBAIKAN KONDISI KERJA DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI TOTAL MENURUNKAN KELUHAN MUSKULOSKELETAL DAN KELELAHAN SERTA MENINGKATKAN PRODUKIVITAS DAN PENGHASILAN PERAJIN PENGECATAN LOGAM DI KEDIRI-TABANAN. 1-12.
- Djaka, N. (2009). Aspek Ergonomi Pada Pekerjaan Las: Suatu Studi Tentang Pengaruh Ergonomi Terhadap Peningkatan Produktivitas Pekerjaan Konstruksi di Galangan Kapal. 1-3.
- Fajri, M. (2012, April 11). *DESAIN ALAT DAN KONDISI KERJA (DESAIN ERGONOMIS), TEMA: TOILET NON ERGONOMIS*. Retrieved from ALL INFORMATION BLOG: fajrimuhammad.wordpress.com
- Kristanto, A., & Adhi Saputra, D. (2011). PERANCANGAN MEJA DAN KURSI KERJA YANG ERGONOMIS PADA STASIUN KERJA SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS. 1-10.
- Laraswati, H. (2009). *Analisis Risiko dan Ergonomi*. Universitas Indonesia.
- Mahardika Putri, I. (2016). *DESAIN SUBMARINE 28M BERBASIS ANALISIS MANEUVERING*. SURABAYA: INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER.
- Mahardika, T., & Pujotomo, D. (2014). PERANCANGAN FASILITAS KERJA UNTUK MENGURANGI KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDER DENGAN METODE REBA PADA PEKERJA PEMBUATAN PAVING DAN BATAKO PADA UKM USAHA BARU. 1-8.
- Meta Diana, I. (2010). *USULAN PERANCANGAN TEMPAT TIDUR PERIKSA BAGI PASIEN LANJUT USIA*. JOGJAKARTA: UNIVERSITAS ATMA JAYA JOGJAKARTA.
- Nelly Sundari, K. (2011). *SIKAP KERJA YANG MENIMBULKAN KELUHAN MUSKULOSKELETAL DAN MENINGKATKAN BEBAN KERJA PADA TUKANG BENTUK KERAMIK*. Ngurah Rai: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi .
- p, M. (n.d.).
- Putri Widhyasari, M. (2011). *ASPEK ERGONOMI PADA AKTIVITAS PENANGKAPAN IKAN TUNA (STUDI KASUS PADA KM SATELIT MUARA BARU JAKARTA UTARA)*. BOGOR: INSTITUT PERTANIAN BOGOR.

- Rawson, K. J., & Tupper, E. C. (2001). *Basic Ship Theory (5th edition) - Volume 1* (5 ed.). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Sarsono, A., & Husein, T. (2014). PERANCANGAN SISTEM KERJA ERGONOMIS UNTUK MENGURANGI TINGKAT KELELAHAN. 1-18.
- Soenandi, I. A., Ginting, M., & Marpaung, B. (2013). PERANCANAGN ERGONOMIS TEMPAT TIDUR RUMAH SAKIT. 1-8.
- Wardani, L. K. (2013). EVALUASI ERGONOMI DALAM PERANCANGAN DESAIN. 2-5.
- Wardaningsih, I. (2010). *PENGARUH SIKAP KERJA DUDUK PADA KURSI KERJA YANG TIDAK ERGONOMIS TERHADAP KELUHAN OTOT-OTOT SKELETAL BAGI PEKERJA WANITA BAGIAN MESIN CUCUK DI PT ISKANDAR INDAH PRINTING TEXTILE SURAKARTA*. SURAKARTA: FAKULTAS KEDOKTERAN, UNIVERSITAS SEBELAS MARET.

LAMPIRAN

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position



Step 1a Adjust....

If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

Neck Score
3

Table A	Neck												
	1				2				3				
	Legs												
Trunk Posture Score	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	1	2	3	5	3	3	5	6
	3	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	4	2	3	4	5	6	7	5	6	7	5	6	7
	5	3	4	5	6	7	8	6	7	8	6	7	8
	6	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9

Step 2: Locate Trunk Position



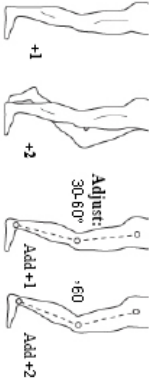
Step 2a: Adjust....

If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Trunk Score
5

Table B	Lower Arm								
	1			2					
Upper Arm Score	Wrist	1	1	2	2	1	2	3	3
	1	1	1	2	2	1	2	3	4
	2	1	1	2	3	2	3	4	5
	3	3	4	5	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	5	6	7	8
5	6	7	8	7	8	7	8	8	9

Step 3: Legs



Leg Score
1

Step 4: Look-up Posture Score in Table A

Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

Step 5: Add Force/Load Score

If Load < 5kgs: +0

If Load is 5 to 10kgs: +1

If load >22lbs: +2

Adjust: If shock or rapid build up of force add +1

Step 6: Score A, Find Row in Table C

Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.

Find row in Table C.

Score A (score from table A + load/force score)	Table C											
	Score B, (table B value + coupling score)											
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	1	1	2	2	3	3	4	5	6	7	7	8
3	2	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8
4	3	4	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9
5	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	10	10	11	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Score A **9** + Activity Score **1** = Table C Score **11**

Scoring:

1 = Negligible risk
2 or 3 = low risk, change may be needed
4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
8 to 10 = high risk, investigate & implement change
11+ = very high risk, implement change

Final REBA Score **12**

B: Arms and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position:



Step 7a: Adjust....

If shoulder is raised: +1
If Upper Arm is abducted: +1
If arm is supported or leaning: -1

Upper Arm Score
4

Step 8: Locate Lower Arm Position:



Lower Arm Score
2

Step 9: Locate Wrist Position:



Step 9a: Adjust....

If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B:

Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B

Step 11: Add Coupling Score

Well fitted handles and mid range power grip, good: +0

Acceptable but not ideal hold or coupling

acceptable with another body part, fair: +1

Hand hold not acceptable but possible poor: +2

No handles, awkward, unsafe with any body part, Unacceptable: +3

Step 12: Score B, Find column in Table C

Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B-> Find Column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C score.

Step 13: Activity Score

+1 1 or more body parts are held longer than a minute (static)

+1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)

+1 Action causes rapid large range change in postures or unstable base

Coupling Score
8

Task Name XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Reviewer XXXXXX XXXXXX

Date: dd/mm/yy

This tool is provided without warranty. The author has automated the paper version of this tool for applying the concepts provided in REBA .

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position



2
Neck Score

Step 1a Adjust....
If neck is twisted: +1
If neck is side bending: +1

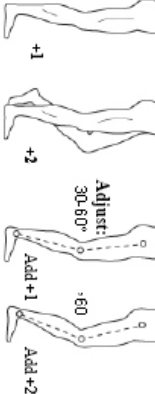
Step 2: Locate Trunk Position



3
Trunk Score

Step 2a: Adjust....
If trunk is twisted: +1
If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs



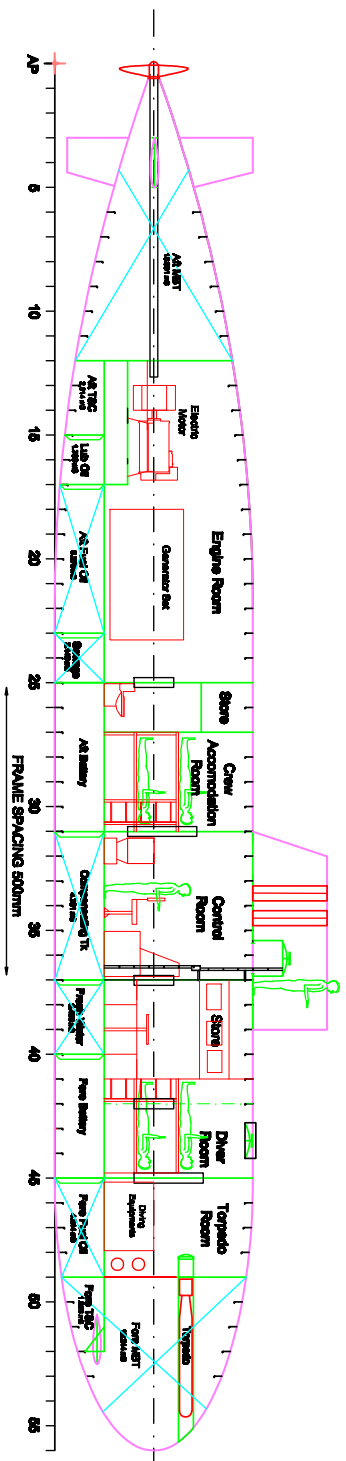
1
Leg Score

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A

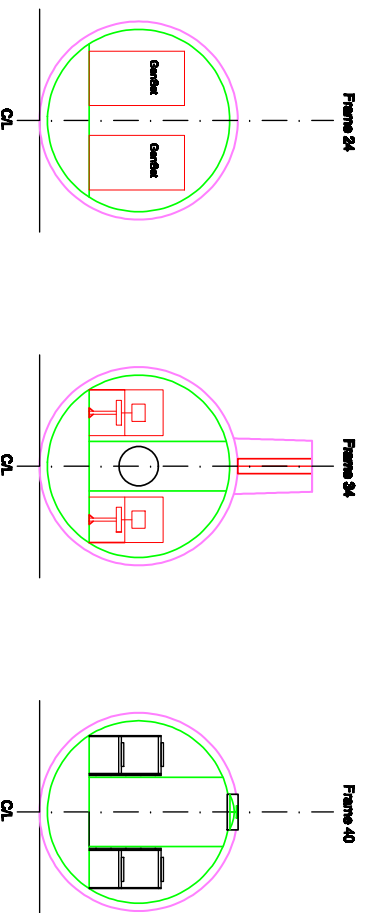
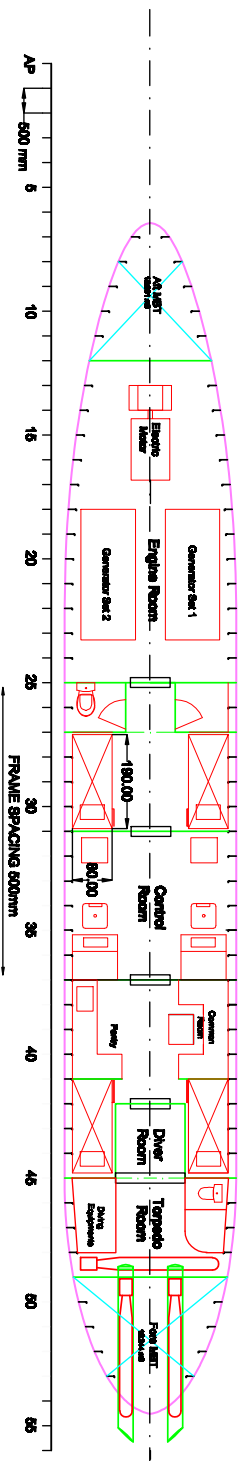
Step 5: Add Force/Load Score

If Load < 5kgs: +0
If Load is 5 to 10kgs +1
If load >22lbs +2
Adjust: If shock or rapid build up of force add +1
Step 6: Score A, Find Row in Table C
Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
Find row in Table C.

	Score A (score from table A +load/force score)	Table C												
		Score B. (table B value + coupling score)												
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7	
		2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
Leg Score		2	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
		3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	
		4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
4		4	4	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
		5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
		6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
Posture Score A		6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
		7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
		8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
+		8	8	8	8	8	9	10	10	10	10	11	11	11
		9	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12
		10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
Force/Load Score		10	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12
		11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	
		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
=		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
6														
Score A														
6														
+														
1														




ACCOMODATION DECK



MAIN PARTICULARS :

LENGTH OVERALL	= 28.00 m
DIAMETER PRESS HULL	= 4.00 m
DRAFT	= 3.00 m
DISPLACEMENT AB. W.L.	= 222.0 ton
DISPLACEMENT SUBMERGE	= 260.0 ton

 <p>KEMENTERIAN PERTAHANAN REPUBLIK INDONESIA</p>																																																																																																																																																																																																											
<p>RENCANA UMUM KAMPUNG SELAM SEMA</p>																																																																																																																																																																																																											
<p>REVISI</p> <p>REVISI NO. 01 TANGGAL 15/05/2024</p>	<table border="1"> <tr> <td>NO</td> <td>REVISI</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>32</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>34</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>35</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>36</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>38</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>39</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>46</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>47</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>48</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>49</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>51</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>52</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>54</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>56</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>58</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>59</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>63</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>64</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>66</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>67</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>68</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>69</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>71</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>72</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>73</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>74</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>75</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>76</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>77</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>78</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>79</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>81</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>82</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>83</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>84</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>86</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>87</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>88</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>89</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>91</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>92</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>93</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>94</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>95</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>96</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>97</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>98</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>99</td> <td>15/05/2024</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>15/05/2024</td> </tr> </table>	NO	REVISI	1	15/05/2024	2	15/05/2024	3	15/05/2024	4	15/05/2024	5	15/05/2024	6	15/05/2024	7	15/05/2024	8	15/05/2024	9	15/05/2024	10	15/05/2024	11	15/05/2024	12	15/05/2024	13	15/05/2024	14	15/05/2024	15	15/05/2024	16	15/05/2024	17	15/05/2024	18	15/05/2024	19	15/05/2024	20	15/05/2024	21	15/05/2024	22	15/05/2024	23	15/05/2024	24	15/05/2024	25	15/05/2024	26	15/05/2024	27	15/05/2024	28	15/05/2024	29	15/05/2024	30	15/05/2024	31	15/05/2024	32	15/05/2024	33	15/05/2024	34	15/05/2024	35	15/05/2024	36	15/05/2024	37	15/05/2024	38	15/05/2024	39	15/05/2024	40	15/05/2024	41	15/05/2024	42	15/05/2024	43	15/05/2024	44	15/05/2024	45	15/05/2024	46	15/05/2024	47	15/05/2024	48	15/05/2024	49	15/05/2024	50	15/05/2024	51	15/05/2024	52	15/05/2024	53	15/05/2024	54	15/05/2024	55	15/05/2024	56	15/05/2024	57	15/05/2024	58	15/05/2024	59	15/05/2024	60	15/05/2024	61	15/05/2024	62	15/05/2024	63	15/05/2024	64	15/05/2024	65	15/05/2024	66	15/05/2024	67	15/05/2024	68	15/05/2024	69	15/05/2024	70	15/05/2024	71	15/05/2024	72	15/05/2024	73	15/05/2024	74	15/05/2024	75	15/05/2024	76	15/05/2024	77	15/05/2024	78	15/05/2024	79	15/05/2024	80	15/05/2024	81	15/05/2024	82	15/05/2024	83	15/05/2024	84	15/05/2024	85	15/05/2024	86	15/05/2024	87	15/05/2024	88	15/05/2024	89	15/05/2024	90	15/05/2024	91	15/05/2024	92	15/05/2024	93	15/05/2024	94	15/05/2024	95	15/05/2024	96	15/05/2024	97	15/05/2024	98	15/05/2024	99	15/05/2024	100	15/05/2024
NO	REVISI																																																																																																																																																																																																										
1	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
2	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
3	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
4	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
5	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
6	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
7	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
8	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
9	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
10	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
11	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
12	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
13	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
14	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
15	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
16	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
17	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
18	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
19	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
20	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
21	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
22	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
23	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
24	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
25	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
26	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
27	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
28	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
29	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
30	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
31	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
32	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
33	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
34	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
35	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
36	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
37	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
38	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
39	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
40	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
41	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
42	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
43	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
44	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
45	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
46	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
47	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
48	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
49	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
50	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
51	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
52	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
53	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
54	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
55	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
56	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
57	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
58	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
59	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
60	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
61	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
62	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
63	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
64	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
65	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
66	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
67	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
68	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
69	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
70	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
71	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
72	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
73	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
74	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
75	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
76	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
77	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
78	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
79	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
80	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
81	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
82	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
83	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
84	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
85	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
86	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
87	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
88	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
89	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
90	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
91	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
92	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
93	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
94	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
95	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
96	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
97	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
98	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
99	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										
100	15/05/2024																																																																																																																																																																																																										



MAIN PARTICULARS :

LENGTH OVER ALL	=	28.00 m
DIAMETER PRESS HULL	=	4.00 m
DRAFT	=	3.00 m
DISPLACEMENT AB. W.L.	=	222.6 ton
DISPLACEMENT SUBMERGE	=	269.8 ton



DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA

"MIDGET SUBMARINE"

LAYOUT 3D

NRP	: 4113 100 025	Date	Sign.	Scale
Drawn by	: Aedhi Kurniasari			
Approved by	: Ir. Wasis Dwi Aaryawan, M. Sc., Ph.D.			

BIODATA PENULIS



ASTITI KURNIASARI, dilahirkan di Kendari pada 11 April 1996. Penulis merupakan anak tunggal dalam keluarga. Dibesarkan di Pandaan hingga menamatkan pendidikan formal dari tingkat SD, kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Pandaan dan SMAN 1 Pandaan sebelum selanjutnya melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS pada tahun 2013 melalui jalur undangan SNMPTN. Di jurusan Teknik

Perkapalan, Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan-Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, Penulis banyak aktif berkegiatan di Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Perkapalan (HIMATEKPAL) dan juga event tingkat jurusan. Untuk kegiatan dalam HIMATEKPAL antara lain menjadi sekeretaris Biro Hidromodelling pada tahun 2014/2015, dan dalam kepanitiaan acara jurusan antara lain menjadi Sekretaris II Sub Even NASDARC SAMPAN 8 ITS dan menjadi Bendahara Sub Even NASDARC SAMPAN 9 ITS. Selain itu, Penulis juga memiliki kesempatan untuk mengikuti beberapa pelatihan, baik pelatihan *soft skill* seperti LKMM Pra-TD dan LKMM-TD, maupun pelatihan yang menunjang kebutuhan akademis selama perkuliahan seperti pelatihan perangkat lunak AutoCAD dan Maxsurf.

E : astitikurniasari@gmail.com

M : +6289518099732